

**AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL  
DEL JAPÓN (JICA)  
EMPRESA NICARAGÜENSE DE ACUEDUCTOS Y  
ALCANTARILLADOS SANITARIOS (ENACAL)**

**EL ESTUDIO DE DESARROLLO  
PARA  
EL ABASTECIMIENTO DE AGUA  
POTABLE A MEDIANO Y LARGO  
PLAZO  
DE LA CIUDAD DE MANAGUA  
EN LA REPÚBLICA DE NICARAGUA**

**INFORME FINAL  
Volume VI : Informe Principal**

**DICIEMBRE 2005**

**NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD.  
ASIA AIR SURVEY CO., LTD.**

GE
----

JR
----

06-003
--------

Tasas de cambio de moneda usadas en este Estudio:

**US\$ 1.00 = C\$ 16.2834 = JPY 106.0900  
= EUR 0.7583**

Fecha de aplicación: 10 de diciembre de 2004  
Tasas cotizadas del: Banco Central de Nicaragua

## **Informe Final**

- Volumen I : Sumario Ejecutivo (versión en inglés)
- Volumen II : Informe Principal (versión en inglés)
- Volumen III : Informe Complementario – Parte 1 (versión en inglés)
- Volumen IV : Informe Complementario – Parte 2 (versión en inglés)
- Volumen V : Sumario Ejecutivo (versión en español)
- Volumen VI : Informe Principal (versión en español)

## **PRÓLOGO**

En respuesta a una solicitud del Gobierno de la República de Nicaragua, el Gobierno de Japón decidió realizar el Estudio de Desarrollo para el Abastecimiento de Agua Potable a Mediano y Largo Plazo de la ciudad de Managua en la República de Nicaragua y encargó el Estudio a la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA).

JICA envió a Nicaragua un equipo de estudio encabezado por el Sr. Sadanobu SAWARA de Nihon Suido Consultants, Co., Ltd. en cinco ocasiones entre julio de 2004 y diciembre de 2005. El equipo de estudio estaba compuesto de miembros de Asia Survey Co., Ltd y Nihon Suido Consultants, Co., Ltd. Asimismo JICA creó un consejo asesor dirigido por el Sr. Yoshiki OOMURA, asesor principal del Instituto para la Cooperación Internacional de JICA, que en ocasiones durante el curso del estudio dio consejos especializados sobre aspectos técnicos del estudio.

El equipo de estudio sostuvo discusiones con los funcionarios pertinentes del Gobierno de la República de Nicaragua y realizó investigaciones de campo en el área de estudio. A su regreso a Japón, el equipo llevó a cabo estudios ulteriores y preparó el presente informe final.

Confiamos en que este informe contribuya a la promoción del proyecto y a la ampliación de las relaciones de amistad entre los dos países.

Por último, quisiera expresar mi sincero agradecimiento a los funcionarios del Gobierno de la República de Nicaragua involucrados en el estudio por su estrecha colaboración con el equipo japonés.

Diciembre de 2005

Etsuo KITAHARA  
Vicepresidente  
Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA)

Diciembre de 2005

Sr. Etsuo KITAHARA  
Vicepresidente  
Agencia de Cooperación Internacional de Japón  
Tokio, Japón

## CARTA DE REMISIÓN

Distinguido Vicepresidente,

Nos place entregarle el Informe Final del Estudio de Desarrollo para el Abastecimiento de Agua Potable a Mediano y Largo Plazo de la ciudad de Managua en la República de Nicaragua. Este informe incorpora las opiniones y las sugerencias de las autoridades pertinentes del Gobierno de Japón, su Agencia incluida. Contiene asimismo los comentarios sobre el Borrador del Informe Final hechos por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL) y otras autoridades concernientes de la República de Nicaragua.

El Informe Final comprende un total de seis volúmenes que se enumeran a continuación:

- Volumen I : Sumario Ejecutivo (versión en inglés)
- Volumen II : Informe Principal (versión en inglés)
- Volumen III : Informe Complementario – Parte 1 (versión en inglés)
- Volumen IV : Informe Complementario – Parte 2 (versión en inglés)
- Volumen V : Sumario Ejecutivo (versión en español)
- Volumen VI : Informe Principal (versión en español)

El Informe contiene los hallazgos, conclusiones y recomendaciones del Equipo de Estudio acerca de la formulación de un Plan de Mejoramiento a Largo Plazo del sistema de abastecimiento de agua potable en Managua para al año 2015 y la identificación de los Proyectos Prioritarios cuya implementación está propuesta a corto – mediano plazo en el futuro.

Quisiéramos aprovechar esta oportunidad para expresar nuestra sincera gratitud a su Agencia, al Ministerio de Relaciones Exteriores y al Ministerio de Sanidad, Seguridad Social y Trabajo del Gobierno de Japón por sus valiosos consejos y sugerencias. Quisiéramos expresar asimismo nuestro profundo agradecimiento a los funcionarios pertinentes de la ENACAL y otras autoridades concernientes del Gobierno de Nicaragua por la ayuda y la colaboración que nos brindaron durante la realización del Estudio.

Muy cordialmente,

讚 良 貞 信

Sadanobu SAWARA

Jefe del Equipo de Estudio del Mejoramiento  
del Sistema de Abastecimiento de Agua en Managua,  
República de Nicaragua

# SUMARIO

## I. INTRODUCCIÓN

Este documento constituye el Volumen VI: 'Informe Principal' del Informe Final del "Estudio de Desarrollo para el Abastecimiento de Agua Potable a Mediano y Largo Plazo de la Ciudad de Managua en la República de Nicaragua" (denominado de aquí en adelante el " Estudio"), iniciado en julio de 2004 por el equipo de consultores (llamado de aquí en adelante "Equipo de Estudio") bajo los auspicios de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (nominada de aquí en adelante "JICA") con los objetivos principales de (i) formular un plan de mejoramiento a largo plazo para el sistema de abastecimiento de agua en Managua hasta el año 2015, y (ii) identificar proyectos prioritarios que serán implementados a corto y mediano plazo. La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (denominada de aquí en adelante "ENACAL") es la empresa estatal responsable del abastecimiento de agua y los servicios de manejo de agua residual en el área de Estudio, y es el organismo ejecutor del Estudio. El área de Estudio comprende el área administrativa entera de la ciudad de Managua y también las áreas urbanas de Ticuantepe y Nindirí que están ubicadas a lo largo de la Carretera Masaya. La JICA y la ENACAL aceptaron implementar el Estudio al firmar la "Minuta de Reunión sobre el Alcance de Trabajos para el Estudio" en Managua el 2 de marzo de 2004.

El Equipo de Estudio empezó su primer trabajo de campo en Nicaragua el 19 de julio de 2004. Desde entonces hasta mediados de octubre de 2004, el Equipo de Estudio concentró sus esfuerzos para recopilar los datos e informaciones relacionados con el servicio de agua existente en Managua. Esos esfuerzos incluían las inspecciones en campo sobre la infraestructura existente de abastecimiento de agua y varias reuniones con directores de diferentes departamentos de la ENACAL, los presidentes del INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados) y de la CONAPAS (Comisión Nacional de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario y Saneamiento), y los representantes locales de agencias donantes multilaterales y bilaterales que han proporcionado las asistencias a la ENACAL como JICA, BID (Banco Interamericano de Desarrollo), AECI (Oficina Técnica de Cooperación, Embajada de España en Nicaragua), Consejero Económico Comercial de la Embajada de España y KfW (Agencia KfW para Centroamérica). Mientras tanto, el Equipo de Estudio también realizó varias investigaciones de campo y trabajos de medición a fin de obtener información adicional sobre las condiciones existentes del servicio de agua en Managua. En ellos, se incluían: investigaciones de fugas/pérdidas de agua en 10 áreas seleccionadas; mediciones de los flujos y presiones en más de 25 ubicaciones en la red de distribución; estudios de consumo de agua y conciencia por selección al azar sobre 450 usuarios domésticos, 100 usuarios comerciales/institucionales y 50 usuarios industriales; y muestreo de la calidad de agua y análisis de muestras tomadas de fuentes de agua potenciales y existentes y de 10 grifos domésticos seleccionados al azar que están dentro del sistema de distribución existente.

En octubre de 2004, el Equipo de Estudio preparó el Informe Intermedio y lo entregó a la JICA y a la ENACAL. El Informe presentó el progreso del Estudio hecho hasta mediados de octubre de 2004 y las evaluaciones iniciales hechas por el Equipo de Estudio sobre varios problemas técnicos y financieros e institucionales que rodean en torno al servicio de agua existente en Managua. Basándose a dichas evaluaciones, el Informe también presentó las recomendaciones del Equipo de Estudio sobre políticas y estrategias básicas para la formulación de un plan de mejoramiento a largo plazo del sistema de abastecimiento de agua en Managua hasta el año 2015. El Equipo de Estudio hizo las presentaciones del Informe mediante datashow para la dirección de ENACAL y los representantes de otras agencias gubernamentales, como INAA, INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales) y FISE (Fondo de Inversión Social de Emergencia), en Managua el 28 y el 29 de octubre de 2004. En una reunión sostenida en

Managua el 20 de enero de 2005 con los miembros del comité de conducción del Estudio, el Equipo de Estudio también entregó el resultado del Estudio y las estrategias básicas para la formulación de un plan de mejoramiento de abastecimiento de agua a largo plazo. Los comentarios recibidos de participantes durante estas reuniones de presentación se convirtieron en contribuciones valiosas en etapas subsiguientes del Estudio y en la preparación de los informes del estudio.

Se detectaron niveles de arsénico relativamente altos y concentraciones de plomo en algunas de las 10 fuentes existentes que fueron sujetas a análisis de calidad de agua durante los primeros trabajos de campo en Nicaragua. En este sentido, se llegó a un consenso entre los interesados que este es un asunto que directamente afecta la seguridad del suministro de agua y por lo tanto se debería realizar análisis complementarios de calidad de agua, cubriendo un mayor número de pozos existentes en el área de estudio durante los segundos trabajos de campo en Nicaragua para determinar el alcance del problema. Los interesados también acordaron que el plan de mejoramiento a largo plazo y el proyecto prioritario propuesto en el Informe Final debía revisarse y ser completado tomando en consideración los resultados de los análisis complementarios de la calidad del agua.

El segundo trabajo de campo en Nicaragua inició en Julio de 2005 e incluyó análisis complementarios de calidad de agua que examinaban concentraciones de arsénico y plomo en un gran número de pozos existentes dentro del área de estudio. Tomando como base los resultados de los análisis se revisó y terminó el plan de mejoramiento a largo plazo y el proyecto prioritario y finalmente fue elaborado este Informe Final.

El Informe Final incluye un total de seis volúmenes tal y como se enumeran a continuación:

Volumen I	: Sumario Ejecutivo (versión en inglés)
Volumen II	: Informe Principal (versión en inglés)
Volumen III	: Informe Complementario – Parte 1 (versión en inglés)
Volumen IV	: Informe Complementario – Parte 2 (versión en inglés)
Volumen V	: Sumario Ejecutivo (versión en español)
Volumen VI	: Informe Principal (versión en español)

En los comienzos de la década de los 90, JICA realizó un estudio similar llamado "El Estudio sobre Proyecto de Abastecimiento de Agua en Managua" con el objeto de desarrollar nuevas fuentes de agua urgentemente y mitigar la escasez de agua en la ciudad capital, la cual fue causada por una afluencia inmensa de la población durante y después la guerra civil en la década de los 80. Este estudio que terminó en 1993 recomendó los esquemas de desarrollo de aguas subterráneas a mediano y largo plazo que incluían el desarrollo de nuevos campos de pozos en dos ubicaciones en el sureste de la ciudad. Basándose en la recomendación, JICA implementó posteriormente dos proyectos de cooperación financiera no reembolsable denominados "Proyecto Managua I" y "Proyecto Managua II" respectivamente. Fueron terminados ambos proyectos en 1997 y 2000 respectivamente. En cada uno de estos proyectos, un nuevo campo de pozos y sus respectivas instalaciones de transmisión y distribución de agua fueron construidos. En forma combinada, estos dos campos de pozos están proporcionando aproximadamente una tercera parte del agua actualmente usada en la ciudad.

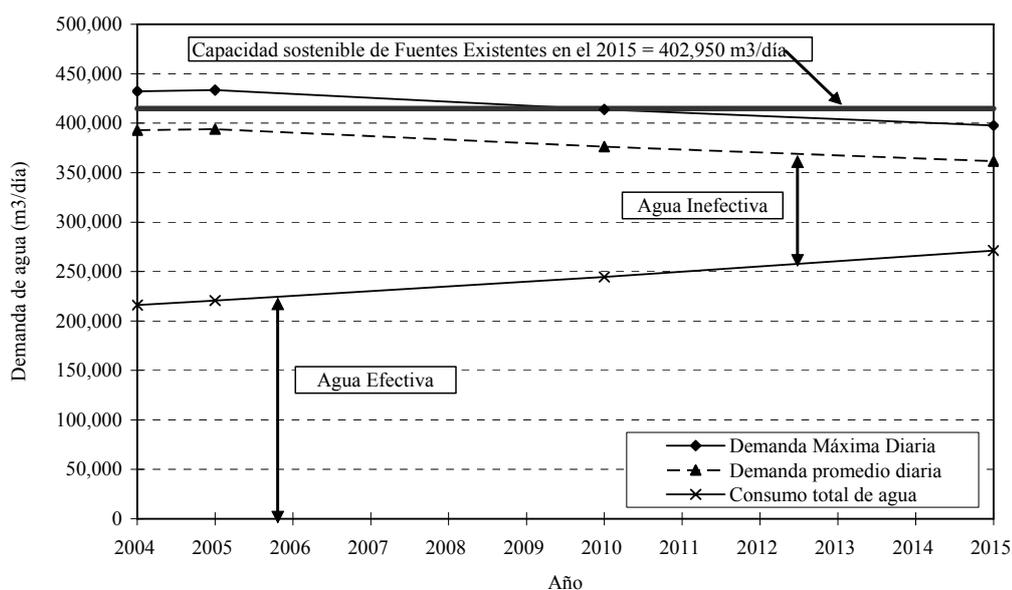
Se recomienda que ENACAL haga uso efectivo de este estudio realizado por JICA. Al respecto, se recomienda que ENACAL inicie un dialogo abierto con los donantes lo más pronto posible para discutir sobre su asistencia financiera para llevar a cabo el proyecto prioritario propuesto en este estudio. Se espera que al igual que en el estudio de JICA en 1993, este estudio provea la base para la posterior implementación del proyecto prioritario propuesto y por ello contribuya al mejoramiento de los servicios de agua en Managua, capital de Nicaragua.

## II. RESULTADOS DEL ESTUDIO

### II-1. Balance de agua

La demanda máxima diaria de agua en el área de estudio se estima en 397,739 m<sup>3</sup>/día para el año 2015. Por otro lado, nuestra valoración de las fuentes de agua existentes indica que la producción total sostenible de estas sería de 402,950 m<sup>3</sup>/día para el mismo año meta, de estos, 372,950 m<sup>3</sup>/día provienen de fuentes existentes y de los pozos reubicados y 30,000 m<sup>3</sup>/día de la laguna de Asosoca. Debe destacarse que la extracción de la Laguna de Asosoca se propone reducir gradualmente de los actuales 56,500 m<sup>3</sup>/día a 30,000 m<sup>3</sup>/día en 2015 con la finalidad de proteger la calidad del agua de la laguna de una posible contaminación.

La **Figura S-1** muestra la producción potencial total de las fuentes existentes contra la proyección diaria de la demanda media y demanda máxima de agua. Se prevé que la demanda de agua total en el área de estudio disminuirá gradualmente durante los 10 años entre 2005 y 2015 a pesar del incremento continuo en las demandas domésticas y no domésticas durante el mismo periodo. Esto debe a la reducción acelerada de las fugas y pérdidas previstas en este Estudio. Se ha propuesto que las fugas y pérdidas de agua juntas deberán reducirse del actual 45% a un 25% en 2015.



**Figura S-1 Producción (Rendimiento) potencial de las fuentes existentes contra la demanda de agua**

La **Figura S-1** también muestra que aunque la producción sostenible de las actuales fuentes de agua en 2015 podrá satisfacer la demanda máxima diaria proyectada para 2015, puede haber un déficit de la capacidad de suministro contra las demandas máximas diarias proyectadas en los años antes de 2015. Esto implica que hasta 2015 la reducción propuesta en el volumen de extracción de la Laguna de Asosoca necesitaría ser implementada cuidadosamente para evitar cualquier déficit en la capacidad de suministro para satisfacer las demandas máximas diarias proyectadas durante el periodo seco. Finalmente nuestro estudio del balance de agua concluye que las fuentes de aguas existentes serán capaces de satisfacer la demanda en el área de estudio hasta el año meta 2015.

## II-2. Análisis de la calidad del agua

Este estudio incluyó el análisis de calidad de agua de 10 fuentes de agua existentes y 5 de posibles fuentes de agua durante la temporada seca y lluviosa. Como resultado de estos análisis de calidad se encontró que tres pozos existentes contienen arsénico con concentraciones que exceden el límite máximo permitido por los estándares de agua potable de 10 ppb y también se encontró que tres pozos existentes contienen plomo en concentraciones mucho mayor al límite permitido de 10 ppb. Con el propósito de investigar el alcance de los problemas el equipo de estudio efectuó análisis complementarios de calidad de agua para examinar concentraciones de arsénico en todos los pozos existentes de ENACAL en el área de estudio y la concentración de plomo en 28 pozos seleccionados.

Los resultados generales de los análisis y nuestras recomendaciones se resumen de la siguiente manera:

### (A) Fuentes de agua existentes

- (i) Las concentraciones de plomo encontradas fueron menores al límite de detección en todos los 28 pozos muestreados en los análisis complementarios de calidad de agua. Para una confirmación final se tomó una muestra adicional de los tres pozos con mayores concentraciones de plomo que habían sido detectados anteriormente y se analizaron nuevamente. Como resultado, ninguna de estas muestras adicionales presentó concentraciones de plomo sobre los límites de detección. Se concluyó partiendo de los resultados de análisis complementarios que el plomo no es un problema.
- (ii) Quince pozos en la Zona Baja y Zona Alta se encontró que tenían arsénico con concentraciones iguales o mayores a 8 ppb. Entre estos, 4 tienen concentraciones que exceden el límite máximo permisible por los estándares de agua potable (10 ppb). Por otro lado, las concentraciones de arsénico de los pozos existentes en la Zona Alta Superior son generalmente bajas. Todos los pozos existentes en el área de estudio se clasificaron en 4 categorías presentadas en el **Cuadro S-1** según las actuales concentraciones de arsénico. Se recomienda que las acciones correctivas para los pozos en la Categoría A sean realizadas lo más pronto posible, ya que sus concentraciones actuales exceden 10 ppb. Se recomienda que las acciones correctivas para los pozos en la categoría B se hayan implementado totalmente para el año meta 2015 del plan de mejoramiento a largo plazo. La concentración de arsénico que aparece en el **Cuadro S-1** está definida como una concentración de las aguas mezcladas, en caso de mezclarse en un lugar o en otra forma el agua producida en más de un pozo antes de ser distribuida a los usuarios.

**Cuadro S-1 Clasificación de los pozos existentes por su concentración de Arsénico**

Categoría	Concentración de Arsénico: X (ppb)	Urgencia para Tomar acciones	Acciones
A	$X \geq 10.0$	Extremadamente Alta	Las acciones correctivas deben ser completadas lo más pronto posible
B	$8.0 \leq X < 10.0$	Alta	Las acciones correctivas deben ser completadas a más tardar hasta el 2015 No se requiere de acciones inmediatas.
C	$6.0 \leq X < 8.0$	Media	En su lugar, la concentración de arsénico debe ser monitoreada a fondo 4 veces al año (cada 3 meses) a base del cual se tome una decisión, si es necesario pueden implementarse algunas medidas antes de 2015 No se requiere de acciones antes del 2015 excepto que la concentración de arsénico debe ser monitoreada dos veces al año (una en la estación seca y otra en la lluviosa) y los datos obtenidos deben ser evaluados respecto a los cambios de concentración en el tiempo.
D	$X < 6.0$	Baja	

Todos los pozos de ENACAL en el estudio se clasificaron en base a sus actuales concentraciones de arsénico. Como resultado, los siguientes 15 pozos fueron clasificados en categoría A o B y se desarrollaron acciones correctivas en este estudio. En 2003 los 4 pozos de la categoría A abastecieron 10.600 m<sup>3</sup>/día, mientras que los 11 pozos de la categoría B suministraron un total de 37.200 m<sup>3</sup>/día, representando respectivamente el 2,7% y el 9,3% del volumen total del agua abastecida en el mismo año: 398.800 m<sup>3</sup>/día.

Categoría	Concentración de Arsénico: X (ppb)	Cantidad de Pozos	Numero de Identificación del Pozo	Agua abastecida de los pozos en 2003 (m <sup>3</sup> /día)
A	$X \geq 10.0$	4	27,28,29,46	10,600
B	$8.0 \leq X < 10.0$	11	8,10,11,30,52,57,68,77,78,91,112	37,200

- (iii) Los registros de ENACAL indican que en el pasado la concentración de nitrato en el pozo No.10 excedía el límite máximo permisible por los estándares de agua potable. Los registros también mostraron que las concentraciones de nitrato en los pozos No. 8 y No. 9 se duplicaron durante la década pasada al exceder el valor recomendado de los estándares actuales de agua potable. El análisis de calidad de agua realizado en este estudio reveló que los pozos No. 8 y No. 10 también contenían relativamente una alta concentración de arsénico. Se recomienda que estos tres pozos sean abandonados a la larga para ser reubicados en áreas con mayor elevación.
- (iv) No existen indicios de contaminación por BTEX, Trihalometanos o Cloro fenoles en la Laguna de Asososca. Sin embargo, los datos existentes indican que la concentración del cloruro en el agua del pozo ubicado entre la laguna y la zona industrial cercana ha estado aumentando. Por consiguiente se recomienda que ENACAL implemente medidas de precaución para preservar la calidad del agua de la laguna.
- (v) Excepto los problemas de arsénico y nitratos, las muestras de agua tomadas de las fuentes de agua existentes generalmente satisfacen los requisitos de los estándares del agua potable de Nicaragua. Sin embargo, es de hacer notar que la concentración de arsénico fue examinada en casi todas las fuentes de agua existentes, pero otros importantes parámetros relacionados a la salud especificados en los estándares de agua potable fueron examinados sólo en una parte de las fuentes de agua existentes. Por esta razón, se recomienda que ENACAL examine la seguridad del agua distribuida a los usuarios mediante pruebas dos veces al año como mínimo (una en la temporada seca y

la otra en la lluviosa), y la calidad de agua de todas las fuentes existentes de acuerdo con los requisitos de los estándares de agua potable.

**(B) Fuentes potenciales de agua**

- (i) Lago de Nicaragua (Agua superficial): El agua tiene alta concentración de aluminio y hierro. Salvo estos dos parámetros, la calidad de agua satisface, en general, las normas nacionales de calidad de agua potable. Entre todas las potenciales fuentes de agua examinadas en el presente Estudio se considera que este lago es la fuente que tiene mayor potencial, en lo referente a la calidad de agua.
- (ii) Lomas Del Gavilán (Agua subterránea): El manganeso excede el valor recomendado en la norma. Sin embargo, en general el agua es adecuada para el consumo humano. Esta fuente es considerada en segundo lugar en lo referente a la calidad.
- (iii) Sierras Doradas (Agua subterránea): En lo relacionado a las concentraciones de plomo, aluminio, magnesio y Potasio, estas exceden los límites normados. El potencial de desarrollo de esta fuente es bajo.
- (iv) Avinic No.4 (Agua subterránea): Este pozo de riego posee alta concentración de arsénico al igual que las concentraciones de hierro y por consiguiente no es recomendable para el desarrollo futuro.
- (v) Cuatro Esquinas (Agua subterránea): Este pozo excavado a mano tiene altas concentraciones de aluminio. Aunque el agua de este pozo es adecuada para el consumo humano, el pozo parece ser bastante susceptible a la contaminación en el futuro.

**(C) Monitoreo y evaluación de la calidad del agua en las fuentes**

Los análisis de calidad de agua realizados por ENACAL solamente cubren los parámetros básicos de calidad de agua que ENACAL puede analizar por si sola en su propio laboratorio. A pesar de ser requeridos por los estándares de agua potable, los metales pesados y pesticidas no son examinados por ENACAL. Esto significa que ENACAL no está examinando la seguridad del agua que suministra a sus usuarios. Se recomienda que ENACAL subcontrate los trabajos de análisis para esos parámetros en laboratorios locales por ejemplo, CIRA/UNAN y LAQUISA. En lo referente a unos cuantos parámetros que no pueden ser analizados en Nicaragua (por ejemplo, Trihalometanos), se sugiere que ENACAL subcontrate los trabajos de análisis en laboratorios en Estados Unidos.

Se sugiere que ENACAL realice la prueba dos veces al año a todas las fuentes de agua existentes en la temporada seca y la lluviosa cada vez cubriendo todos los parámetros de calidad requeridos por los estándares de agua potable. Además, también se recomienda a ENACAL que realice pruebas de arsénico cuatro veces al año (cada tres meses) para aquellos pozos que tienen una concentración de arsénico igual o mayor a 6.0 ppb pero menor a 8.0 ppb en la actualidad. También se sugiere que efectúe regularmente monitoreo de calidad de agua de los pozos existentes que están situados entre la Laguna de Asosoca y cerca del área industrial para observar el cambio de la calidad del agua de esos pozos con el tiempo.

**(D) Establecer control sobre la construcción y operación de las gasolineras**

Las fuentes de agua deben ser protegidas contra toda forma de contaminación y polución por medio del sistema legal. Existen muchas gasolineras en Managua que están situadas muy cerca de los pozos de ENACAL. Es indispensable que estas fuentes de agua existentes sean protegidas de una posible contaminación de gasolineras, industrias petroquímicas y de otras instalaciones de fabricación y almacenamiento de químicos. Todas las leyes importantes existentes para otorgar permisos para la construcción y operación de tales instalaciones deben ser revisadas y

reformadas si es necesario.

**(E) Fortaleciendo la capacidad de ENACAL para analizar la calidad del agua**

El monitoreo y evaluación es la última línea de defensa contra la posible contaminación y polución de las fuentes de agua existentes. Ya es conocido que algunas fuentes están en riesgo. La responsabilidad para el monitoreo y evaluación cae en la Gerencia Ambiental de ENACAL la que recientemente ha mejorado con el equipo de laboratorio incluyendo un espectrómetro de absorción atómica y un cromatógrafo a gases financiado por la OPS y UNICEF para ampliar su capacidad de análisis y efectuar todas las pruebas requeridas por los estándares de la OPS. Se requiere el fortalecimiento para una mayor capacitación del personal particularmente en estos equipos para la detección de metales pesados y pesticidas. Adicionalmente, se requiere la adquisición e instalación de un UPS (Suplidor de energía ininterrumpida) con un estabilizador de voltaje integrado en el laboratorio antes que de hecho ENACAL pueda empezar a utilizar este equipo.

**II- 3. Evaluación de las fuentes de agua**

Como conclusión de nuestras valoraciones de las fuentes de aguas existentes se indica que con la implementación de diversas medidas descritas a continuación las fuentes de agua existentes, incluyendo la Laguna de Asososca podrán mantener su capacidad total de abastecimiento de 402,950 m<sup>3</sup>/día en el 2015.

**(A) Restauración de la capacidad de producción diseñada del Campo de Pozos Managua I y II**

Nuestra revisión de los registros de operación de ENACAL indicó que cuando el volumen de extracción de la Laguna de Asososca era del orden de los 30,000 a 40,000 m<sup>3</sup>/día, el nivel de agua de la laguna permanecía alto y bastante estable. Dado que la disminución del nivel de agua en la Laguna aumenta el riesgo de contaminación por parte de las áreas industriales cercanas, se propone que las extracciones de la laguna sean reducidas de su actual 56,500 m<sup>3</sup>/día a 30,000 m<sup>3</sup>/día. Mientras tanto, para compensar la disminución de las extracciones de la laguna, se propone incrementar la actual capacidad de producción del campo de pozos Managua I (53,000 m<sup>3</sup>/día) en 18,000 m<sup>3</sup>/día para llegar a su capacidad de producción diseñada de 71,000 m<sup>3</sup>/día y de la misma forma aumentar la actual capacidad de producción del campo de pozos Managua II (44,000 m<sup>3</sup>/día) en 12,000 m<sup>3</sup>/día para llegar a su capacidad de producción diseñada de 56,000 m<sup>3</sup>/día.

**(B) Medidas contra pozos con alta concentración de arsénico**

Las medidas propuestas contra los 15 pozos clasificados en la categoría A o B se presentan en el **Cuadro S-2**.

**Cuadro S-2 Medidas contra pozos con alta concentración de arsénico**

Categoría	No. del pozo	Nombre del pozo	Medidas propuestas
A	27	Sabana Grande No.1	Descontinuar el uso y construir un pozo sustituido en un área de mayor elevación
	28	Sabana Grande No.2	Id.
	29	Sabana Grande No.3	Id.
	46	Villa Libertad	Id.
B	8	San Antonio	Id.
	10	Mercado Oriental	Id.
	11	Col. Tenderi	Descontinuar el uso sin ningún pozo sustituido
	30	Sabana Grande No.4	Mezclar con el agua de otras fuentes para la dilución.
	52	La Mascota	Descontinuar el uso sin ningún pozo sustituido
	57	Plaza de Sol	Mezclar con el agua de otras fuentes para la dilución.
	68	Villa Austria	Mantener el sistema existente que reduce la concentración de arsénico con la mezcla de agua de otras fuentes.
	77	Villa Fraternidad	Id.
	78	Buenos Aires	Id.
	91	Laureano Mairena	Descontinuar el uso sin ningún pozo sustituido
112	Anexo V. Libertad	Mezclar con el agua de otras fuentes para la dilución.	

**(C) Rehabilitación/ renovación gradual de pozos viejos y bombas de pozos**

10 pozos existentes que en la actualidad no están funcionando o son operados raramente con índices de producción significativamente bajos, se proponen que sean sujetos de una rehabilitación urgente por medio de la limpieza de pozos y reemplazo de sus bombas. Para mantener los actuales índices de producción de las fuentes existentes en el futuro, se estableció los criterios para reemplazo de los pozos existentes y bombas de pozos como se muestra abajo basándose en estos criterios, 16 pozos y 40 bombas fueron seleccionados para reemplazarse hasta el 2015.

- Bombas de pozos que han estado en servicio por mas de 20 años deben ser reemplazados
- Pozos que han estado en servicio por mas de 30 años deben reemplazarse

**(D) Establecer control sobre el uso y desarrollo de las fuentes de aguas subterráneas**

Las autoridades del sector de agua deben tener un control total sobre el uso y desarrollo de las fuentes de agua. Las fuentes de agua y abastecimiento privados no deberían permitirse dentro del área de servicio de ENACAL sin la emisión de una licencia por una autoridad competente del sector agua, posterior a una revisión apropiada a cada aplicación. Las leyes deben ser revisadas y reformadas necesariamente para proteger los intereses de ENACAL. Se propone que los medidores de agua deben ser instalados en todos los pozos privados existentes y a ENACAL se le debe permitir cobrar tanto por el suministro del agua como el alcantarillado de los usuarios de los pozos basándose en la lectura del medidor.

**II-4. Estudio sobre fugas**

Los estudios sobre fugas llevados a cabo en los 10 micro-sectores seleccionados, demostraron que la medición de flujo (caudal) mínimo nocturno, utilizando un caudalímetro ultrasónico del tipo portátil y la aplicación de medidas de detección/reducción de fugas dentro de los micro sectores, es un método bastante eficaz para la reducción de fugas. Los resultados de estos estudios también indicaron que:

- (i) Las fugas actualmente representan un 35% del agua distribuida en el sistema;
- (ii) El desperdicio (derroche, pérdidas) actualmente representa un 10% de agua distribuida en el sistema;
- (iii) Las fugas y pérdidas son altas en Zona Baja, medianas en la Zona Alta, y bajas en la Zona Alta Superior;
- (iv) Las fugas y pérdidas son particularmente altas en asentamientos dónde el agua está disponible de forma continua y con buenas presiones;
- (v) Todas las fugas descubiertas durante los estudios estaban localizadas en las acometidas o tuberías de conexión (servicio);
- (vi) Actualmente, la dotación per cápita de demanda de agua doméstica sin restricciones en Managua es de 175 litros por persona por día (lppd);
- (vii) Por lo menos el 16% de medidores existentes se encuentran en mal estado; y
- (viii) Aproximadamente el 9% de conexiones existentes son desautorizados o ilegales.

El presente Estudio propone que se debe reducir las fugas y pérdidas a un 23% y 2% respectivamente, para el año 2015. Los siguientes problemas necesitan ser abordados para lograr alcanzar los objetivos.

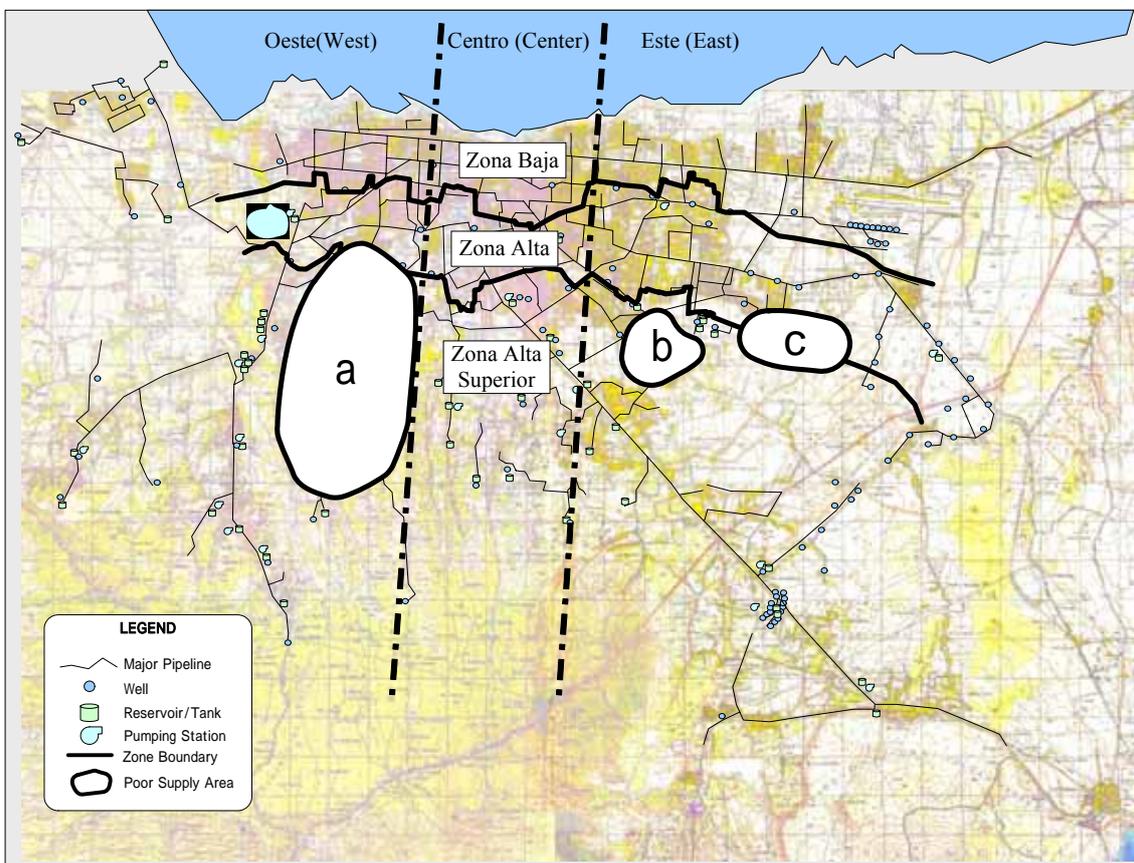
- La red de distribución no está dividida en micro-sectores (pequeños áreas de distribución) los que puedan ser aislados hidráulicamente
- Muchos de los medidores existentes han estado en servicio por más de 10 años
- Falta de coordinación en la reducción de las fugas, conexiones ilegales y pérdidas relacionadas con los medidores.
- No hay mecanismos que traten efectivamente la pérdida masiva de agua y el agua no facturada en el suministro a los asentamientos de bajos ingresos.
- La estructura de tarifas de agua existente no está diseñada para dar incentivos consistentes por el uso eficiente del agua o proveer protección social para los extremadamente pobres.
- La ubicación del medidor, instalación del mismo y responsabilidad por el mantenimiento
- Los usuarios no confían en la lectura del medidor, facturación y cobro por parte de ENACAL
- La baja conciencia pública para la conservación del agua
- No hay mecanismos efectivos para tratar con los medios de comunicación, grupos cívicos y usuarios.

## **II-5. Medición de caudales y presiones**

Las mediciones de caudales y presiones se llevaron a cabo en varios sitios ubicados estratégicamente del sistema de suministro de agua existente, con la finalidad de evaluar las condiciones actuales del suministro de agua. Los resultados de estas mediciones nos sugieren lo siguiente:

- (i) La mayoría de los caudalímetros existentes están funcionando apropiadamente.
- (ii) En Asososca, la cantidad de agua que fluye por gravedad hacia la Zona Baja varía significativamente, dependiendo del número de bombas utilizadas para la distribución a la Zona Alta.
- (iii) Los tanques de San Judas, Reparto Schick y Altamira no están recibiendo la cantidad de agua que estaba contemplada inicialmente en el diseño detallado del Proyecto Managua I.
- (iv) Más de la mitad del agua que llega por gravedad a Altamira, proveniente del tanque de Santo Domingo se bombea en la dirección inversa a las áreas más altas cercanas al tanque de Santo Domingo.

- (v) La capacidad de bombeo de las instalaciones de transmisión construidas durante los proyectos de Managua I y II, en la actualidad no está siendo utilizada a su capacidad plena. Esto debe principalmente a que los campos de pozos de Managua I y II, actualmente están produciendo sólo el 75 y 80% de su capacidad de producción de diseño, respectivamente.
- (vi) Los volúmenes de agua producidos de los pozos existentes en Zona Baja fluctúan significativamente, dependiendo de la variación de la presión de agua en la red de distribución. Esto es debido a que estos pozos están conectados directamente a la red de distribución.
- (vii) Las condiciones del suministro de agua son generalmente buenas, en la mayoría de las áreas de ciudad de Managua, exceptuando las áreas siguientes (véase la **Figura S-2** para su ubicación), donde el nivel de servicio de agua es sumamente precario y los residentes están padeciendo una severa escasez de agua.
  - a. El área abastecida por los tanques de San Judas
  - b. El área abastecida por los tanques del Reparto Schick
  - c. El área abastecida por el campo de pozos de Sabana Grande



**Figura S-2 Áreas que padecen una severa escasez de agua**

## II-6. Estudios sobre el consumo y uso racional del agua

El estudio de consumo y uso racional del agua se efectuó de la selección al azar de 450 usuarios domiciliarios y de 150 usuarios no domiciliarios (usuarios industriales, comerciales e institucionales) con el propósito de tener un mejor conocimiento de la situación actual del consumo de agua por parte de estos usuarios y de evaluar sus puntos de vista sobre los servicios de agua que provee ENACAL. Los resultados de estos estudios se resumen en lo siguiente:

(A) **Estudio sobre consumo y uso racional del agua en los usuarios domésticos**

Los resultados de los estudios del consumo de agua y de la conciencia de usuarios domésticos se resumen en el **Cuadro S-3**.

**Cuadro S-3 Resultados de los estudios del consumo de agua y de la conciencia de usuarios domésticos**

Ítem	Unidad	Total	Categoría de tarifa		
			Ingreso bajo	Ingreso medio	Ingreso alto
Usuarios domiciliarios registrados en ENACAL	Familia(F)	168,313	56,702	99,523	12,088
No. de muestras tomadas	F	449	91	324	34
<b>Estudio de consumo de agua</b>					
No. de miembros de la familia	Persona/F	5.07	5.34	4.81	4.94
Conexión al servicio de agua	%	96*	100	95*	100
Conexión al alcantarillado	%	72	49	81	59
Instalación de medidores	%	70	2	87	94
Tasa de consumo de agua	m <sup>3</sup> /F/mes	28.73	N/A	27.17	48.18
Id.	pcd	189	N/A	188	325
Abastecimiento de agua diario	%	86	82	86	94
Abastecimiento por 24horas	%	67	59	69	79
Presión de agua adecuada	%	69	63	73	38
Medios de almacenamiento propios	%	47	57	44	53
Compra de agua embotellada	%	21	11	23	26
<b>Estudio de conciencia de habitantes</b>					
Satisfechos con el servicio	%	45	48	43	65
Insatisfechos con el servicio	%	52	49	54	35
Insatisfechos con la lectura de medidores y la facturación	%	24	11	28	15
Insatisfechos con la calidad de agua	%	3	2	3	3
Insatisfechos con la cantidad	%	19	26	19	12
Tarifas son caras	%	41	11	50	35
Tarifas son baratas.	%	37	45	33	53
Promedio del monto asequible	C\$/mes	121	91	122	250

\* La tasa inferior al 100% es debido a que algunas familias fueron desconectadas del servicio de ENACAL en el momento del estudio.

## (B) Estudio sobre el consumo de agua en los usuarios no domiciliarios

Los resultados de los estudios de consumo de agua de usuarios no domésticos se resumen en el Cuadro S-4.

**Cuadro S-4 Los resultados de los estudios de consumo de agua de usuarios no domésticos**

Ítem	Unidad	Total	Industrial	Comercial e Institucional							
				Sub-total	Gobierno	Educación	Hospital	Hotel	Tienda	Oficina	Otros
Usuarios no domésticos registrados en ENACAL	No.	6,179	285	5,894	No aplicable						
No. de muestras tomadas	No.	149	49	100	3	10	1	5	23	19	39
Conexión con el servicio de agua	%	97	92	99	100	100	100	100	100	100	97
Conexión con el alcantarillado	%	87	84	89	67	70	100	80	96	100	87
Tasa de consumo unitario	m <sup>3</sup> /muestra/mes	393	621	165	1005	159	47	180	72	82	129
Abastecimiento de agua diario	%	87	98	86	67	70	100	80	91	89	85
Abastecimiento por 24horas	%	77	89	74	67	50	100	80	74	89	72
Presión de agua adecuada	%	78	87	77	67	70	100	80	74	79	79
Buena calidad	%	66	78	64	0	70	100	60	48	74	72
Mala calidad	%	29	22	33	100	30	0	40	52	26	21
Olor	%	7	4	9	0	0	0	20	13	11	8
Color	%	6	6	6	33	10	0	0	4	0	5
Mal sabor	%	11	8	12	0	20	0	0	26	11	3
Otros problemas de calidad	%	14	16	14	0	20	0	0	17	16	5

## II-7. Sistemas de Transmisión y Distribución de Agua

Nuestro estudio identificó los siguientes problemas críticos existentes en el sistema de transmisión y distribución. Se recomienda que se incremente la eficiencia en los sistemas de transmisión y distribución para implementar las medidas de mejoramiento y abordar los problemas críticos.

- (1) No es posible obtener información precisa del estado del agua que esta siendo distribuida en toda la ciudad. No es posible delimitar la extensión del área abastecida por cada una de las principales fuentes.
- (2) La Operación y Mantenimiento de los sistemas de transmisión y distribución es altamente complicada y dificulta a ENACAL atender las emergencias con prontitud.
- (3) Aunque el agua es abundante en la mayoría de las áreas de la Zona Baja, hay tres áreas diferentes en la Zona Alta y Alta Superior (Ver **Figura S-2** para esas localizaciones) donde el nivel de servicio en la actualidad es extremadamente pobre y los residentes están sufriendo una severa escasez de agua. Esto demuestra claramente que el agua no esta siendo distribuida apropiadamente en toda el área servida.
- (4) Debido a la falta del sistema de distribución por zonas, no es posible obtener información precisa sobre la distribución geográfica del agua no contabilizada (ANC) o para priorizar las áreas para reducir el agua no contabilizada (ANC).
- (5) No se han tomado las previsiones para las extensiones de servicios para las nuevas áreas de desarrollo de Esquipulas y Las Jaguitas
- (6) Muchas de las bombas de transmisión existentes y paneles eléctricos se han deteriorado y requieren ser renovados.
- (7) Existe una necesidad para mejorar las condiciones de suministro en Tiquantepe y Nindirí y en otras áreas de alta elevación y a lo largo de la carretera a Masaya.

Nuestra evaluación de esos problemas indica que hay una clara necesidad de que las fuentes de

suministros estén correspondientes con las áreas a suplir. Por lo tanto, es esencial que la red de distribución existente se divida en un gran número de zonas de distribución hidráulicamente aislables (macro-sectores) para garantizar que la referida correspondencia no sea hipotética sino que de hecho se efectúe en el campo.

## II-8. Capacidad Financiera de ENACAL

El análisis del estado financiero de ENACAL para los últimos años muestra una tendencia preocupante en relación a sus situaciones financieras a mediano y largo plazo. Durante los años recientes, ENACAL ha estado operando continuamente sobre una base deficitaria. Respecto al servicio de abastecimiento de agua en Managua, el déficit acumulado totaliza una cantidad de C\$ 243 millones (US\$ 15 millones) en 2003, que equivale al 76% del ingreso total anual generado de los servicios en el mismo año. Se estima que para el final del año 2005 este monto aumentará a C\$ 420 millones (US\$ 25,8 millones), que representará aproximadamente el 120% del ingreso total anual proyectado en el mismo año. La imagen general es el de una empresa de agua que esta entrando en una profunda crisis financiera. Con la finalidad de fortalecer la capacidad financiera del ENACAL, hay una clara necesidad de un aumento sustancial de las tarifas. El presente estudio sugiere que para el año 2010 las tarifas deberán poder recuperar, al menos, un nivel razonable de los gastos de O y M (Operación y Mantenimiento) y depreciación. Más adelante, para el año 2015, estas deberán también permitirle al ENACAL lo anterior más el pago de los intereses de las deudas a largo plazo.

Aunque no es posible desarrollar un modelo financiero completo de ENACAL dentro del tiempo y recursos disponibles para este Estudio, hemos realizado un análisis de la simulación financiera tomando como base las siguientes suposiciones:

- (i) Las fugas y pérdidas de agua deberá reducirse a un 35% en el año 2010 y a un 25% para el año 2015.
- (ii) El sistema de suministro de agua se mejorará de acuerdo con el plan de desarrollo a largo plazo propuesto en este Estudio.
- (iii) El financiamiento externo por parte de los donantes tendrá una tasa de interés anual del 2%, 10 años de período de gracia y 35 años para el pago.
- (iv) Nuevas tarifas domiciliarias, que aparecen en el **Cuadro S-5** serán aplicadas en 2007 y a partir de entonces hasta 2015 éstas serán incrementadas cada año en un porcentaje del 3.5 % en términos reales. No habrá cambios en las actuales tarifas no domiciliarias.
- (v) Los costos directos de Operación y Mantenimiento (excluyendo el costo de energía que en la actualidad es alto) será incrementado en un 200% del actual nivel de gasto en 2008 y en lo sucesivo.
- (vi) Los costos indirectos de Operación y Mantenimiento (gastos de venta y administrativos) serán aumentados a un 150% del actual nivel de gasto en 2008 y en lo sucesivo.
- (vii) El nivel de inventario se mantendrá en un 0.05% del valor contable total de los activos fijos al final de cada año fiscal.
- (viii) El índice de rotación promedio de las cuentas por cobrar se aumentará de un 1.0 en 2003 a un 4.0 en 2005 y a un 6.0 en 2015.
- (ix) La contribución de ENACAL al nivel central continuará en la base de cobro por unidad volumétrica de C \$0.56 por cada metro cúbico de agua vendido.
- (x) Cualquier déficit en el capital circulante será cubierto por préstamos a corto plazo del gobierno central a una tasa de interés del 5 % anual.

### Cuadro S-5 Tarifas de agua vigentes y propuestas

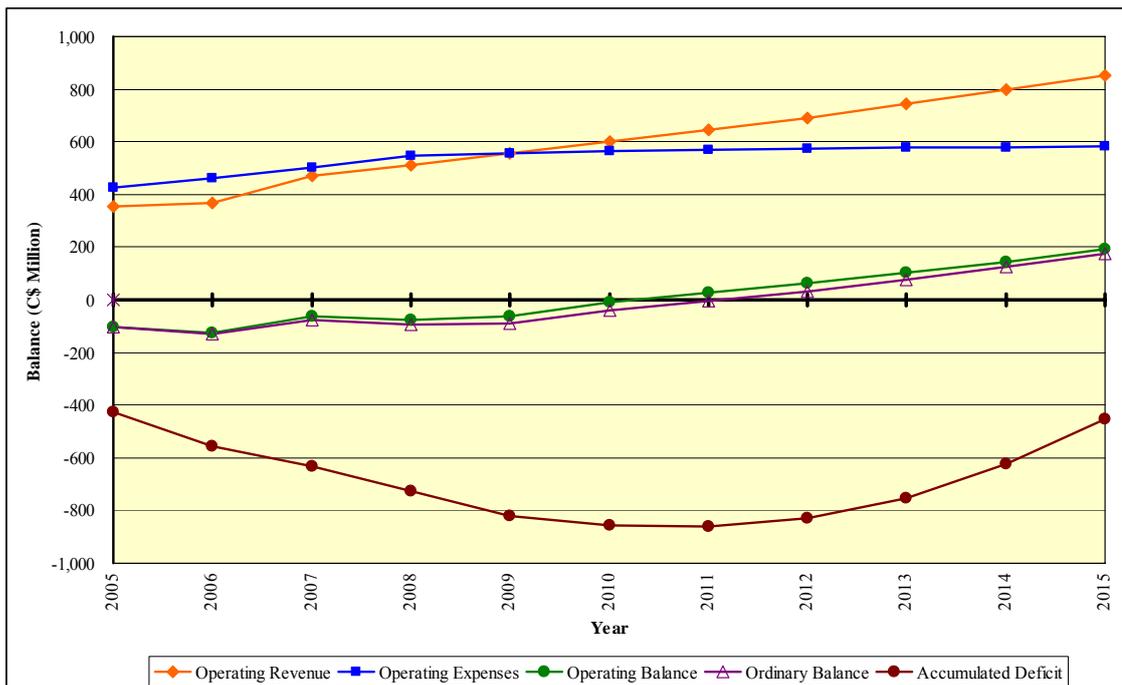
TARIFAS VIGENTES EN MANAGUA (2004)					TARIFAS PROPUESTAS				
Categoría	Cargo fijo (C\$/mensual)	Cargo variable			Categoría	Cargo fijo (C\$/mensual)	Cargo variable		
		consumo de agua (m <sup>3</sup> /mensual)	Carga	(C\$/m <sup>3</sup> )			consumo de agua (m <sup>3</sup> /mensual)	Carga	(C\$/m <sup>3</sup> )
<b>Usuario domiciliar</b>					<b>Usuario domiciliar</b>				
1. Ingreso alto	8.56	Menos de	20	5.88	1. Usuario no subsidiado	9.18	Menos de	10	5.28
		Entre	21-50	5.88			Entre	11-30	7.54
		Más de	51	13.20			Entre	31-50	9.84
							Más de	51	12.00
2. Ingreso medio	4.24	Menos de	20	3.54	2. Usuario subsidiado	0.00	Menos de	10	0.00
		Entre	21-50	5.88			Entre	11-30	3.50
		Más de	51	10.48			Entre	31-50	5.25
							Más de	51	9.00
3. Ingreso bajo	1.06	Menos de	20	1.99	<b>Usuarios no domiciliarios</b>	8.56	Less than	50	6.76
		Más de	21	2.50			More than	51	14.49
<b>Usuarios no domiciliarios</b>	8.56	Menos de	50	6.76					
		Más de	51	14.49					

**Figura S-3** resume los resultados de nuestro análisis de simulación. Partiendo de este análisis se prevé que desde 2010 y en lo sucesivo los ingresos de ENACAL podrán recuperar gastos de operación y mantenimiento y depreciación proyectados. Además, ENACAL también será capaz de generar ganancias netas posteriores al pago de intereses de las deudas a largo plazo, las cuales pueden ser usadas para amortizar las deudas a largo plazo o para reducir el déficit acumulado.

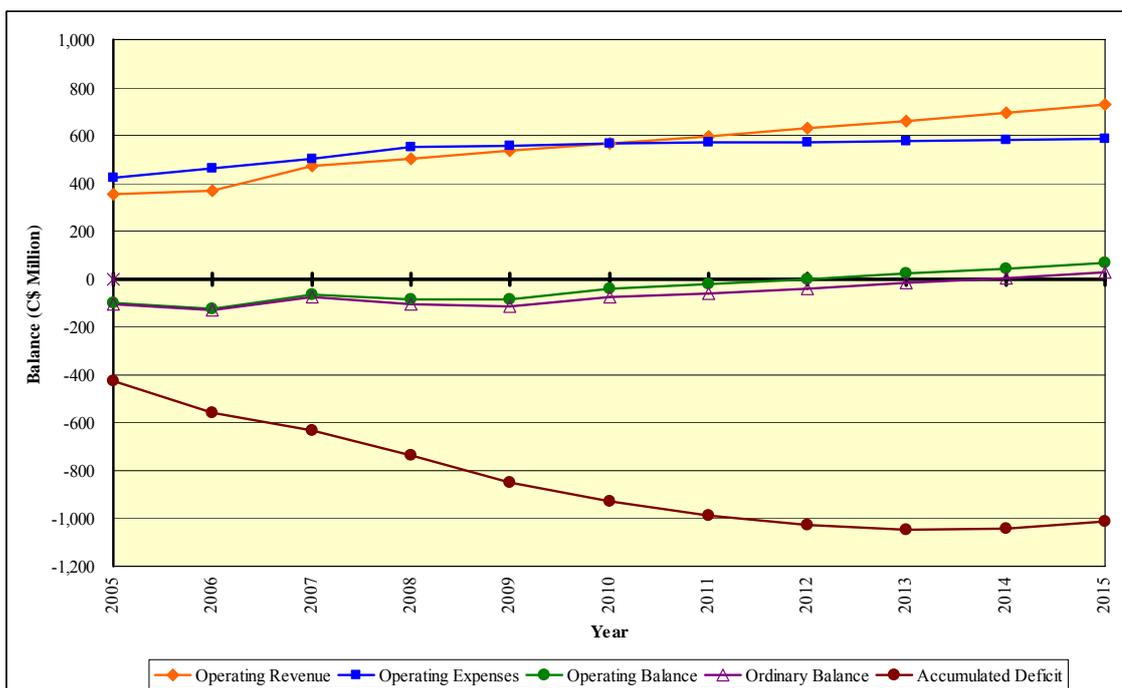
Nuestra simulación financiera de las operaciones de ENACAL nos indicó que existe una marcada necesidad para un incremento substancial de las tarifas. Las tarifas domiciliarias que se utilizaron en nuestro análisis son muy compatibles con las recién adoptadas en Matagalpa. Adicionalmente, las tarifas para la categoría de bajos ingresos fueron diseñadas para proteger a los “extremadamente pobres”, cuyo consumo es menor a 10 m<sup>3</sup> por mes y para darles un estímulo y alentar a la gente en los asentamientos de solicitar la instalación de medidores de agua.

El análisis de simulación financiera antes mencionada asume que una nueva estructura de tarifas domiciliarias presentada en el **Cuadro S-5** entrará en vigencia en el 2007 y a partir de entonces hasta el 2015 las tarifas domiciliarias se incrementarán cada año en un 3.5 % en términos reales. Se anticipa en este caso que aunque el déficit acumulado se incrementará a C\$ 862 millones en el 2011, rápidamente decrecerá hasta convertirse en cero en 2018. La **Figura S-4** muestra los resultados de la simulación donde las tarifas se incrementarán solamente en un 1.5% por año en vez de un 3.5% por año. Se anticipa en este caso que el déficit acumulado aumente rápidamente en más de C\$ 1,000 millones en 2012 y continuará constantemente a un nivel significativamente alto a lo largo del periodo posterior.

Finalmente, es esencial que ENACAL separe financieramente la cuenta de servicio de agua en Managua del resto de cobertura del país. El establecimiento de una cuenta financiera independiente es necesaria para obtener información precisa sobre la ejecución financiera de los servicios de agua en Managua para evaluar la eficiencia de la operación de servicios de agua en Managua y para decidir e implementar las medidas que fortalezcan la capacidad financiera de los servicios de agua en Managua.



**Figura S-3 Proyección de balance financiero y déficit acumulado**



**Figura S-4 Proyección de balance financiero y déficit acumulado (2)**

### III. PLAN DE MEJORAMIENTO A LARGO PLAZO (PMLP)

#### III-1. Estrategias básicas adoptadas para el desarrollo del PMLP

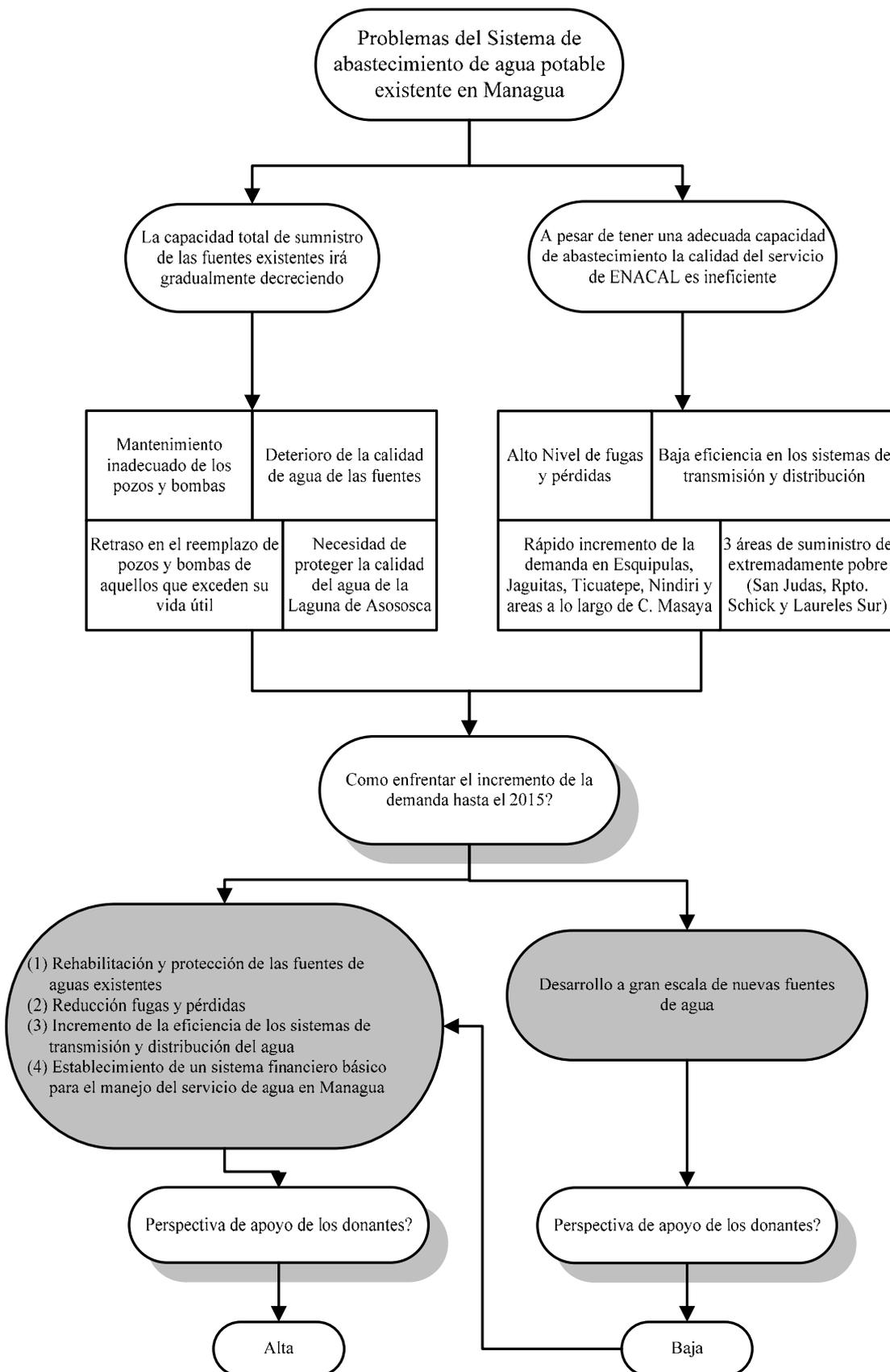
El **capítulo II** aborda varios problemas sobre el sistema de suministro de agua en Managua. A pesar de tener una capacidad de abastecimiento adecuada, el sistema de suministro de agua existente no puede cumplir satisfactoriamente con la actual demanda de agua. Esto es en gran medida debido a la ineficiencia en los sistemas de transmisión y distribución y a los altos niveles de fugas y pérdidas que combinados totalizan un 45% del volumen de agua repartido en el sistema de distribución. Como resultado, existen en el área de estudio tres áreas distintas conocidas como: San Judas, Reparto Schick y Laureles Sur, donde las actuales condiciones de suministro de agua son extremadamente pobres y es reconocido como uno de los problemas sociales más críticos en Managua. Además, ENACAL no ha sido capaz de enfrentar efectivamente el rápido crecimiento actual de la demanda de agua en Esquipulas, Las Jaguitas, Ticuantepe y Nindirí y en áreas a lo largo de la carretera a Masaya.

Nuestra evaluación de las fuentes de agua existentes indicó que la capacidad total del suministro de agua en Managua podría decrecer gradualmente en los años futuros. Las concentraciones relativamente altas de arsénico y nitratos fueron encontradas en varios pozos usados por ENACAL. En algunos pozos, la concentración ya excedió los límites máximos permitidos en los estándares de agua potable. Nuestro estudio sugiere que el volumen extraído de la Laguna de Asososca necesita ser disminuido a 30,000 m<sup>3</sup>/día en el futuro para proteger la laguna de una posible contaminación. Debido a los trabajos pendientes de reparación y mantenimiento muchos pozos y muchas bombas no están funcionando en la actualidad o están siendo operados ocasionalmente con índices de producción significativamente bajos. En la ausencia de programas regulares de reemplazo muchos pozos y bombas han sido utilizados más allá de su vida útil.

Tomando en consideración todos estos problemas, se estableció una estrategia básica para el desarrollo del plan de suministro de agua a largo plazo para Managua hasta el 2015. La **Figura S-5** presenta la estrategia básica adoptada en este estudio para desarrollar el Plan de Mejoramiento a Largo Plazo (PMLP). La estrategia está basada en cuatro políticas básicas que aparecen a continuación para lograr las metas presentadas en el **Cuadro S-6** para implementar las medidas de mejoramiento tanto físicas como no- físicas. El **Cuadro S-7** indica la relación entre (a) los problemas del sistema de abastecimiento de agua existente en Managua y (b) las políticas básicas y metas del plan de mejoramiento a largo plazo (PML).

#### Cuatro Políticas Básicas para el PMLP

- (1) Rehabilitación y protección de las fuentes de aguas existentes
- (2) Reducción de las pérdidas y fugas
- (3) Incremento en la eficiencia de los sistemas de transmisión y distribución
- (4) Establecimiento de un sistema financiero básico para el manejo de los servicios de agua en Managua



**Figura S-5 Estrategias básicas adoptadas para el desarrollo del PMLP**

### Cuadro S-6 Detalle de las estrategias y metas para el PMLP

Políticas	Metas
1. Rehabilitación y protección de las fuentes de agua existentes	(1) La capacidad total de las fuentes existentes será sostenida (2) Proteger la calidad del agua de las fuentes existentes (3) Garantizar un servicio de agua seguro
2. Reducción de fugas/pérdidas	(1) Conservar las fuentes de agua (2) Aumentar el volumen de agua entregado a los usuarios (3) Proponer inversiones a gran escala para desarrollo de nuevas fuentes (4) Incrementar el ingreso por las ventas de agua (5) Incrementar la sensibilización pública para el uso racional (conservación) del agua
3. Incremento de la eficiencia de los sistemas de transmisión y distribución	(1) El estado del agua que esta siendo distribuida en toda la ciudad puede ser evaluado acertadamente (2) La Operación y Mantenimiento del sistema de abastecimiento se facilitará y ENACAL podrá enfrentar los problemas de una manera pronta y apropiada (3) La equidad del servicio de agua será mejorada al fortalecer el suministro en las áreas donde las actuales condiciones de suministro son deficientes (4) El crecimiento económico de la región será sostenido al fortalecer el suministro a las áreas de rápido desarrollo en los últimos años (5) Se rehabilitarán las viejas estaciones de bombeo (6) Las tuberías de distribución secundaria y terciarias así como las conexiones de servicios serán instaladas acordes con el incremento de la población futura
4. Establecimiento de un sistema financiero básico para el manejo de los servicios de agua en Managua	(1) ENACAL destinará un porcentaje de fondos suficientes para la O y M del actual sistema de suministro de agua en Managua. (2) Los gastos de depreciación serán recuperados por medio de tarifas y usados para el reemplazo/rehabilitación de las instalaciones y equipos deteriorados. (3) Será posible efectuar la evaluación financiera de los servicios de agua

### III-2. Rehabilitación y Protección de las Fuentes de Agua Existentes

Las siguientes medidas son propuestas para la rehabilitación y protección de las fuentes de agua existentes. El **Cuadro S-8** suministra los detalles de las medidas propuestas y la prioridad para su implementación.

- Restauración del diseño de la capacidad de producción del Campo de Pozos Managua I
- Restauración del diseño de la capacidad de producción del Campo de Pozos Managua II
- Rehabilitación y renovación gradual de los pozos y bombas viejos
- Adoptar medidas contra los pozos que tienen relativamente una alta concentración de nitratos
- Adoptar medidas contra los pozos que tienen relativamente una alta concentración de arsénico
- Reducción del volumen de extracción de la Laguna de Asososca
- Establecer control sobre el uso y desarrollo del agua subterránea por el sector privado
- Establecer control sobre la construcción y operación de las instalaciones que de otra manera pudieran contaminar el agua subterránea
- Monitoreo continuo y evaluación de la calidad de agua de las fuentes de ENACAL
- Aumentar la capacidad analítica del laboratorio de ENACAL



### **III- 3. Reducción de fugas y pérdidas**

Las siguientes medidas se proponen para la reducción de las fugas y pérdidas. El **Cuadro S-9** presenta los detalles de las medidas propuestas y la prioridad para su implementación.

- Micro-sectorización de la red de distribución e implementación de medidas de reducción de fugas y pérdidas
- Reemplazo de los medidores viejos
- Reorganización del Departamento Comercial Existente
- Examinar/revisar la estructura de tarifa de agua existente
- Examinar/revisar el "Reglamento de Servicios al Usuario"
- Fortalecer la capacidad de ENACAL en la lectura de medidores, facturación y cobro
- Aumentar la conciencia pública
- Mejoramiento de las condiciones del sistema de suministro de agua y saneamiento en los asentamientos con bajos ingresos por medio de enfoques participativos.

### **III-4. Aumentar la Eficiencia en los Sistemas de Transmisión y Distribución de Agua**

Las siguientes medidas se proponen para aumentar la eficiencia en los sistemas de transmisión y distribución. El **Cuadro S-10** muestra los detalles de las medidas propuestas y la prioridad para su implementación.

- Macro-sectorización del sistema de distribución
- Mejoramiento de las condiciones de suministro de agua en San Judas, Reparto Schick y Laureles Sur y extensión del suministro de agua hacia Las Jaguitas y Esquipulas.
- Fortalecimiento del suministro de agua en Veracruz y áreas localizadas a lo largo de la Carretera a Masaya
- Fortalecimiento del suministro de agua en Ticuantepe y Nindirí
- Fortalecimiento del suministro de agua en la Zona Baja
- Rehabilitación de las estaciones de transmisión
- Provisión de tuberías de distribución secundarias y terciarias y conexiones de servicios acordes con el incremento de la población futura

### **III-5. Establecimiento de una estructura financiera básica para el manejo de los servicios de agua en Managua**

Las siguientes medidas se proponen para el establecimiento de una estructura básica financiera para el manejo de los servicios de agua en Managua. El **Cuadro S-11** presenta los detalles de las medidas propuestas y su prioridad para la implementación.

- Establecimiento de una cuenta financiera independiente para los servicios de agua en Managua
- Incremento de tarifa
- Minimizar los gastos de la oficina principal y establecer normas apropiadas para la división de tales gastos
- Capacitación

## Cuadro S-8 Rehabilitación y Protección de las Fuentes de Aguas Existentes (1/2)

### 1. Rehabilitación y protección de las fuentes existentes

Medidas	Descripción	Prioridad
1A Restauración de la capacidad de producción diseñada del Campo de Pozos Managua I.	- La actual capacidad de producción del campo de pozo Managua I (53,000 m <sup>3</sup> /día) será incrementada en 18,000 m <sup>3</sup> /día al aumentar su capacidad de producción a (71,000m <sup>3</sup> /día). El trabajo incluye la renovación de 1 pozo (W7) y la rehabilitación de 4 pozos (E4, W3, W6 & W8) incluyendo la limpieza de los pozos y el reemplazo de las bombas.	Alta
1B Restauración de la capacidad de producción diseñada del Campo de Pozos Managua II.	- La actual capacidad de producción del campo de pozo Managua II (44,000 m <sup>3</sup> /día) será incrementada en 12,000 m <sup>3</sup> /día al aumentar su capacidad de producción a (56,000m <sup>3</sup> /día). El trabajo incluirá la renovación de 1 transformador eléctrico (P11) y 1 panel eléctrico (P13); y rehabilitación de 4 pozos (P6, P8, P1 y P16) incluyendo la limpieza de los pozos y el reemplazo de las bombas.	Alta
1C Rehabilitación y renovación gradual de los pozos y bombas viejos.	(a) Se rehabilitarán 10 pozos los cuales están en mal funcionamiento o están operando con un rendimiento considerablemente bajo. El trabajo incluirá la rehabilitación de 6 pozos en la Zona Baja (No.17, No.18, No.22, No.24, No.25 y No.80), 1 pozo en la Zona Alta (No31) y 3 pozos en la Zona Alta Superior (No.71, No.75 & No.108) incluyendo la limpieza y reemplazo de las bombas.	Alta
	(b) Se rehabilitarán 22 pozos en los cuales las bombas habrán estado en servicio por más de 20 años en el 2010. El trabajo incluirá la rehabilitación de 1 pozo en la Zona Baja, 7 pozos en la Zona Alta y 14 en la Zona Alta Superior incluyendo la limpieza y reemplazo de las bombas.	Media
	(c) Se rehabilitarán 18 pozos en los cuales las bombas habrán estado en servicio por más de 20 años en el 2015. El trabajo incluirá la rehabilitación de 8 pozos en la Zona Baja, 4 pozos en la Zona Alta y 6 pozos en la Zona Alta Superior incluyendo la limpieza de los pozos y el reemplazo de las bombas.	Baja
	(d) 10 pozos que ha estado en servicio por más de 30 años en el 2010 serán renovados . El trabajo incluirá la renovación de 4 pozos en la Zona Baja, 1 pozo en la Zona Alta y 5 pozos en la Zona Alta Superior.	Media
	(e) 6 pozos que han estado en servicio por más de 30 años en el 2015 serán renovados . El trabajo incluirá la renovación de 5 pozos en la Zona Baja, 1 pozo en la Zona Alta Superior.	Baja
1D Adoptar medidas contra los pozos que relativamente tienen un alto concentrado de nitratos.	(a) Los pozos No.8 y No.10 en la Zona Baja se abandonarán y serán sustituidos. Se construirán pozos en el área de San Judas hasta el 2010. El trabajo incluye la construcción de 3 nuevos pozos y tubería principal de agua subterránea (PVC150 : 1.0km).	Alta
	(b) El pozo No.9 en la Zona Baja será abandonado y sustituido. Se construirán pozos en el área de Esquipulas hasta el 2015. Los trabajos incluirán la construcción de 2 nuevos pozos y tubería principal de aguas subterráneas (PVC150 : 1.0km).	Baja
1E Adoptar medidas contra los pozos que relativamente tienen un alto concentrado de arsenico.	(a) Cuatro pozos No.27, No.28, No.29 y No.46 serán abandonados y sustituidos. Se construirán pozos en el área de las Jaguitas para el 2010 para abastecer las áreas que actualmente son atendidas por estos 4 pozos. Los trabajos incluyen la construcción de 5 nuevos pozos, un tanque de (4,000 m <sup>3</sup> ) y tubería de distribución (THD300 a 450 : 2.9km y PVC250 : 1.1km).	Alta
	(b) La distribución directa desde el pozo No.57 será descontinuada. El agua proveniente de este pozo inicialmente será transportada hasta el tanque de Altamira para mezclarla con el agua de otras fuentes y distribuirlas desde el tanque. El agua del pozo No.68 se enviará continuamente al tanque Las Americas (como es el caso en el presente) para mezclarla con el agua del campo de pozos Managua II. La distribución directa desde el pozo No. 112 será descontinuada.El agua de este pozo primeramente será enviada al tanque Las Americas para mezclarla con el agua de Managua II y luego distribuirla desde el tanque.La distribución directa desde el pozo No. 30 será descontinuada. El agua de este pozo será mezclada con el vecino pozo No. 31 antes de ser distribuida a los usuarios.El agua de los pozos No.77 y No.78 continuamente inyectada directamente dentro de la tubería de distribución de 900 mm (como es el caso presente) y por lo tanto será mezclado con el agua del campo de pozos Las Mercedes.	Baja
	(c) Cuatro pozos existentes No.11, No.52, No.91 y No14 (Las Mercedes No.9) serán abandonados hasta el 2015.	Baja

### Cuadro S-8 Rehabilitación y Protección de las Fuentes de Aguas Existentes (2/2)

1 F Reducción del volumen de extracción de la Laguna de Asososca.	- El volumen de extracción de la Laguna de Asososca a la larga deberá ser reducido a aproximadamente a 30,000 m <sup>3</sup> /día con miras a mantener el nivel de agua suficientemente alto para prevenir la introducción de agua dentro de la laguna.	Baja
1G Establecer control sobre el uso y desarrollo del agua subterránea por el sector privado	- El uso y desarrollo del agua subterránea por el sector privado debe ser estrictamente controlado para mantener la sostenibilidad de los servicios públicos de agua. Los pozos privados deberán ser medidos tanto para el cobro de agua y alcantarillado de parte de ENACAL basado en la medida de sus consumos.	Alta
1H Establecer control sobre la construcción y operación de las instalaciones las que de otra manera pudiera contaminar el agua subterránea.	- La construcción y operación de gasolineras y otras estructuras que almacenan o fabrican químicos serán estrictamente controladas con miras a prevenir el derrame de gasolina y de otros químicos peligrosos en el suelo.	Alta
1I Monitoreo continuo y evaluación de la calidad de agua de las fuentes de ENACAL	- ENACAL analizará la calidad del agua en todas las fuentes de agua existentes dos veces al año (una en verano y otra en invierno), para cubrir todos los parámetros incluidos en las normas nacionales de calidad de agua potable. Los pozos que actualmente tienen una concentración de arsénico entre 6.0 µg/l y 8.0 µg/l se les hará prueba cuatro veces al año (cada tres meses). Los resultados de los análisis serán evaluados y se explorarán acciones correctivas cuando se encuentren	Alta
1J Aumentar la capacidad analítica del laboratorio de ENACAL	- El personal del laboratorio de ENACAL recibirá una capacitación adecuada en las técnicas de análisis requeridas para la medición de concentración de metales pesados (usando un espectroscopio atómico de absorción) y pesticidas (usando un cromatógrafo de gas). UPS (Suministro ininterrumpido de Energía) este equipo se instalará en el laboratorio para proteger esos equipos de análisis para los inesperados cortes del fluido eléctrico.	Alta

### Cuadro S-9 Reducción de Fugas y Pérdidas (1/2)

#### 2. Reducción de fugas y pérdidas

Medidas	Descripción	Prioridad
2A Micro-sectorización de la red de distribución e implementación de medidas de reducción de fugas y pérdidas	(a) La red de distribución existente en la Zona Baja estará dividida en 170 micro sectores, se implementarán medidas para reducir las fugas y pérdidas en cada micro-sector establecido. El trabajo incluirá la adquisición de vehículos y válvulas, medición de los flujos mínimos nocturnos y detección/repación de aproximadamente 32,000 fugas visibles/invisibles.	Alta
	(b) La red de distribución existente en la zona Alta está dividida en 100 microsectores y se implementarán medidas para reducir las fugas y pérdidas en los microsectores establecidos. Los trabajos incluyen la adquisición de válvulas, medición de flujo mínimo nocturno y la detección y reparación de aproximadamente 20,000 fugas visibles/invisibles.	Media
	(c) La red de distribución existente en la zona Alta Superior está dividida en 110 microsectores y se implementarán medidas para reducir las fugas y pérdidas en los microsectores establecidos. Los trabajos incluyen la adquisición de válvulas, medición de flujo mínimo nocturno y la detección y reparación de aproximadamente 28,000 fugas visibles/invisibles.	Baja
2B Reemplazo de los medidores viejos.	- Los medidores que han estado en servicio por más de 10 años serán reemplazados. Los trabajos incluirán el reemplazo de 72,000 medidores.	Alta
2C Reorganizar el actual Departamento Comercial para ser capaz de atender integralmente a los problemas de fugas, pérdidas y conexiones ilegales, mejoramiento de asentamientos, lectura de medidores, facturación, etc.	- Cuatro unidades, conocidas como URF (Unidad de Reducción de Fugas), UCCI (Unidad de Control de Conexiones Ilegales), UPMA (Unidad del Programa de Mejoramiento de Asentamientos), y UMcF (Unidad de Medición de Cliente y Facturación) serán establecidas dentro del Departamento Comercial ya existente, cada unidad será provista de personal con experiencia en campos particulares.	Alta

## Cuadro S-9 Reducción de las Fugas y Pérdidas (2/2)

2D	Examinar/revisar la estructura de tarifa de agua existente	- Las tarifas de agua existentes para los usuarios domésticos serán examinadas y revisadas con miras a proveer incentivos más consistentes para el uso efectivo del agua. El límite de consumo necesario (subsistencia) para una vivienda media será establecido y el subsidio de tarifa solamente será aplicado al consumo medido debajo del límite. El subsidio de tarifas nunca será aplicado a las conexiones no medidas. Niveles relativamente altos de cargos fijos serán aplicados a los usuarios domésticos no medidos para animarlos a que soliciten la instalación de un medidor.	Alta
2E	Examinar/revisar el "Reglamento de Servicios al Usuario"	- "Reglamento de Servicios al Usuario" establece que (a) los medidores serán instalados en los hogares de los usuarios y (b) los usuarios serán responsables por cualquier daño exceptuando el deterioro normal y roturas a los medidores, incluyendo la manipulación de los mismos. También establece que (a) los medidores en principio serán instalados sobre el suelo y (b) ENACAL tiene el derecho de decidir el sitio y el método de instalación del medidor a su discreción. Se incrementarán las multas y penalizaciones para los usuarios ilegales.	Alta
2F	Fortalecer la capacidad de ENACAL en la lectura de medidores, facturación y cobro	- El registro de los usuarios será reorganizado y actualizado. La clasificación de los usuarios por categoría de uso será definida más claramente y aplicada sin discriminación. Los lectores de medidores serán capacitados en habilidades de comunicación social. La lectura de medidores, la facturación y el cobro serán relacionados a las coberturas geográficas de los macro sectores. La información sobre lectura de medidor, facturación y cobro será manejado exclusivamente por la UMCF (Unidad de Medición de Cliente y Facturación) del departamento Comercial pero la información se compartirá con otras unidades y departamentos de ENACAL a través de la red de computadoras.	Alta
2G	Aumentar la conciencia pública	- ENACAL implementará campañas a través de los medios de comunicación (TV, radio y periódicos) para aumentar la conciencia pública sobre temas como conservación del agua, conexiones ilegales y pagos por los cargos por agua. Los planes de estudio para las escuelas primarias y secundarias incluirán visitas a las instalaciones. El Gobierno designará el 22 de Marzo como "El día nicaraguense del agua" y ENACAL organizará exhibiciones y un visita de inspección a las instalaciones de suministro en ese día particular. En la época seca, ENACAL enviará vehículos y altoparlantes a las áreas donde el agua es relativamente abundante solicitando a los residentes que paren de regar las calles y los jardines o de utilizar las piscinas.	Alta
2H	Mejoramiento de las condiciones del sistema de suministro de agua y saneamiento en los asentamientos con bajos ingresos por medio de enfoques participativos.	(a) Se desarrollará la Base de datos de aproximadamente 166 asentamientos de bajo ingreso en Managua. La información recopilada en la base de datos incluirá años de existencia del asentamiento, número total de viviendas, tamaño medio de la vivienda, tenencia de títulos de propiedad, condiciones de suministro de agua, ambiente sanitario, condiciones de otra infraestructura (calles, electricidad, teléfono, alcantarillado, disposición de los desperdicios sólidos), organizaciones comunitarias, y necesidades prioritarias de los residentes.	Alta
		(b) Los proyectos pilotos serán implementados por medio de enfoques de participación comunitaria para mejorar el suministro de agua y las condiciones de saneamiento en 3 asentamientos seleccionados por cada Tipo A, Tipo B y Tipo C. Los trabajos incluirán la adquisición de 2 vehículos y servicios de consultoría de ONGs, suministro/instalación de 750 medidores, suministro de 750 nuevas conexiones de servicio y 1,160 nuevas conexiones de servicio de alcantarillado además de la construcción de un sistema de red interna de agua y alcantarillado.	Alta
		(c) Las condiciones de agua y saneamiento en 81 asentamientos tipo A serán mejoradas por medio de enfoques de participación comunitaria. Los trabajos incluirán la adquisición de 2 vehículos y los servicios de consultoría de ONGs, suministro/instalación de 27,000 medidores, provisión de 9,000 conexiones nuevas de alcantarillado y construcción de los sistemas de redes internas de alcantarillado.	Alta
		(d) Las condiciones de agua y saneamiento en 52 asentamientos tipo C serán mejoradas por medio de los enfoques de participación comunitaria. El trabajo incluirá la adquisición de 2 vehículos y servicios de consultoría de ONGs, provisión de 12,500 nuevas conexiones de agua y 12,500 nuevas conexiones de servicios de alcantarillado además de la construcción de sistemas de redes internas de agua y alcantarillado.	Alta
		(e) Las condiciones de agua y saneamiento en 30 asentamientos tipo B serán mejoradas por medio de los enfoques de participación comunitaria. El trabajo incluirá la adquisición de 2 vehículos y servicios de consultoría de ONGs, provisión de 6,000 nuevas conexiones de agua, suministro/instalación de 6,000 medidores y 12,000 nuevas conexiones de servicios de alcantarillado además de la construcción de sistemas de redes internas de agua y alcantarillado.	Media

## Cuadro S-10 Aumentar la Eficiencia en los Sistemas de Transmisión y Distribución de Agua

### 3. Aumentar la eficiencia en los sistemas de transmisión y distribución de agua

Medidas	Descripcion	Prioridad
3A Macro-sectorización del sistema de distribución	- La red de distribución existente será dividida en macro-sectores aislados hidráulicamente con el propósito de garantizar que las fuentes de suministro estén acordes con sus áreas de abastecimiento. Los trabajos incluirán la instalación de 101 válvulas (50 ~ 800 mm) para el aislamiento de los macro sectores y de los 31 macro medidores para la medición de flujos en los macro sectores.	Alta
3B Mejoramiento de las condiciones de suministro de agua en San Judas, Reparto Schick y Laureles Sur y extensión del suministro de agua hacia Las Jaguitas y Esquipulas.	(a) Las condiciones de suministro de agua serán mejoradas en San Judas. Los trabajos incluirán la construcción de un tanque (2,000m <sup>3</sup> ), una estación de transmisión (74kw), una tubería de transmisión (PVC150 : 1.5km) y tuberías de distribución (THD300 : 0.3km & PVC250 : 2.3km).	Alta
	(b) Las condiciones de suministro de agua en Reparto Schick y Laureles Sur serán mejoradas. El suministro de agua será extendido hasta Esquipulas y Jaguitas donde se han desarrollado muchos proyectos habitacionales. Los trabajos incluirán la construcción de un tanque de agua (5,000 m <sup>3</sup> ) una tubería de transmisión (THD 300:1.0 km) y tuberías de distribución (THD300 ~ 500 : 6.6km & PVC150 ~ 200 : 5.6km).	Alta
3C Fortalecimiento del suministro de agua en Veracruz y áreas localizadas a lo largo de la Carretera a Masaya	- Se fortalecerá el suministro de agua en Veracruz y áreas a lo largo de la Carretera Masaya. Los trabajos incluirán la construcción de una estación de transmisión (150kw), una tubería de transmisión (PVC250 : 4.1km), y una estación de distribución (225kw) además de tubería de distribución (IP350 : 0.6km).	Alta
3D Fortalecimiento del suministro de agua en Ticuantepe y Nindirí	(a) El suministro de agua en Ticuantepe será fortalecido. Los trabajos incluirán la construcción de un nuevo pozo y una tubería de suministro de agua efectiva (PVC150 : 1.0km).	Alta
	(b) El suministro de agua en Nindirí será fortalecido. Los trabajos incluirán la construcción de un nuevo pozo y una tubería de suministro de agua efectiva (PVC150 : 4.0km).	Alta
3E Fortalecimiento del suministro de agua en la Zona Baja	- La capacidad de suministro de agua en la Zona Baja será fortalecida en un futuro a mediano y largo plazo para compensar la reducción en el volumen de extracción de Asososca y la reubicación de 3 pozos en las áreas de mayor elevación. Los trabajos incluirán la construcción de un pozo con bomba de succión (1,000m <sup>3</sup> ), una estación de transmisión (300kw) y una tubería de transmisión (THD450 : 4.4km).	Baja
3F Rehabilitación de las estaciones de transmisión	- Las estaciones de transmisión existentes incluyendo aquella situada en Asososca y Km 8 serán rehabilitadas. Los trabajos incluirán el reemplazo de las bombas y los paneles eléctricos en la estación de bombeo existente (Capacidad total de bombeo : 1,500kw).	Media
3G Provisión de tuberías de distribución de diámetro pequeño y conexiones de servicios serán instaladas acordes con el incremento de la población futura	(a) Provisión de tuberías de distribución secundarias y terciarias serán instaladas acordes con el incremento de la población futura durante 10 años desde 2005 al 2015. Los trabajos incluirán la instalación de tuberías de distribución de diámetro pequeño (PVC 50-250) para abastecer a 49,500 nuevas conexiones de servicios.	Media
	(b) Provisión de conexiones de servicios para que estén acordes con el incremento de la población futura durante 10 años desde 2005 hasta 2015. Los trabajos incluirán la instalación de 49,500 nuevas conexiones de servicio medidas.	Media

### Cuadro S-11 Establecimiento de una estructura financiera básica para el manejo de los servicios de agua en Managua

#### 4. Establecimiento de una estructura financiera básica para el manejo de los servicios de agua en Managua

Medidas	Descripción	Prioridad
4A Establecimiento de una cuenta financiera independiente para los servicios de agua en Managua	- ENACAL establecerá una cuenta financiera independiente para los servicios de agua en Managua. Para este fin, la actual cuenta financiera de ENACAL será dividida en dos, una que incluya los servicios de agua en Managua y la otra que incluya los servicios para el resto del país.	Alta
4B Incremento de tarifa	- La tarifa domiciliar en Managua será incrementada hasta por lo menos al nivel de las tarifas domiciliarias que actualmente se aplican en Matagalpa. De la misma manera, un bloque de tarifas especialmente bajas (bloque de tarifa mínima de servicios básicos para subsistencia) para un consumo mínimo mensual será suministrado en las estructuras de tarifas para proteger a los extremadamente pobres. A los pobres se les permitirá pagar los cargos por conexión en un largo período de tiempo.	Alta
4C Minimizar los gastos de la oficina principal y establecer normas apropiadas para la división de tales gastos	- ENACAL reducirá los gastos de las oficinas principales y establecerá normas apropiadas para dividir tales gastos entre las diferentes cuentas financieras.	Alta
4D Capacitación	- El personal del Departamento Financiero de ENACAL recibirán capacitación en los siguientes temas "Necesidades de Ingresos", "Estructuras de Tarifas de Agua", "Tarifas de agua con subsidios cruzados", "Depreciación" y "Recuperación de Costos".	Alta

### III-6. Estimación preliminar de costos del PMLP

El Cuadro S-12 muestra los costos estimados del Proyecto "Plan de Mejoramiento a Largo Plazo" (PMLP). Estos están expresados en dólares americanos utilizando las tasas de cambios de US\$1.0=JPY106.09=EUR0.7583=C\$16.2834 publicados por el Banco Central de Nicaragua el 10 de Diciembre de 2004. Los Costos Base están estimados sobre la base del precio de diciembre de 2004. Otras suposiciones utilizadas en el estimado son las siguientes:

- Honorarios de Ingeniería (Diseño Detallado (D/D) y Supervisión durante la Construcción (C/S)) : 7% del Costo Base
- Imprevistos Físicos : 5% del (Costo Base + Honorarios de Ingeniería)
- Imprevistos en Precios : 3.9%p.a (partiendo del 2006)
- Costo de Administración del Proyecto: 2.5% del (Costo Base + Honorarios de Ingeniería + Imprevistos Físicos + Imprevistos en Precios)

Se asume que el 70% del costo total de proyecto son costos del Componente Extranjero y el restante 30% son costos del Componente Local. Aplicando la tasa anual de incremento de precios del 3% para los costos del Componente Extranjero y el 6% para los costos del Componente Local, se obtiene una tasa promedio de incremento de precios del 3.9% ( $0.7 \times 0.03 + 0.3 \times 0.06 = 0.039$ ). El costo del Proyecto se dividió provisionalmente en dos componentes, "Donante" y "ENACAL", debido a que sus costos de financiamiento son diferentes. Esta división se hace necesaria para la evaluación financiera de los servicios de agua del ENACAL, así como para la evaluación económico-financiera de PMLP propuesto. Por principio, aquellos proyectos clasificados como de "Alta" prioridad se incluyeron en el componente "Donante".

**Cuadro S-12 Estimación preliminar de costos del PMLP (US\$ 1,000)**

Medidas/Asuntos		Primera Fase (2006 to 2010)			Segunda Fase (2010 to 2015)			Total (2006 to 2015)		
		Donante	ENACAL	Total	Donante	ENACAL	Total	Donante	ENACAL	Total
1.	Rehabilitación y protección de las Fuentes de Agua Existente	8,217	6,850	15,068	0	6,058	6,058	8,217	12,908	21,125
2.	Reducción de las fugas/pérdidas	22,197	325	22,522	9,354	14,057	23,411	31,551	14,383	45,933
3.	Incremento de la eficiencia en los sistemas de transmisión y distribución	9,126	9,440	18,566	0	14,501	14,501	9,126	23,941	33,067
4.	Establecimiento de un sistema financiero básico para los servicios de agua en Managua	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total de Costos Básicos</b>		<b>39,540</b>	<b>16,615</b>	<b>56,155</b>	<b>9,354</b>	<b>34,616</b>	<b>43,970</b>	<b>48,894</b>	<b>51,231</b>	<b>100,126</b>
Honorarios por ingeniería (D/D & C/S)		2,768	1,163	3,931	655	2,423	3,078	3,423	3,586	7,009
Imprevistos físicos		2,115	889	3,004	500	1,852	2,352	2,616	2,741	5,357
Imprevistos de precios		6,338	2,645	8,982	2,712	14,016	16,728	9,050	16,661	25,710
Costos Administrativos del Proyecto		0	1,802	1,802	0	1,653	1,653	0	3,455	3,455
<b>Costos Totales del Proyecto</b>		<b>50,761</b>	<b>23,113</b>	<b>73,875</b>	<b>13,221</b>	<b>54,561</b>	<b>67,782</b>	<b>63,982</b>	<b>77,674</b>	<b>141,656</b>

**III-7. Programación de implementación y desembolsos del PMLP**

El **Cuadro S-13** muestra la programación de implementación y desembolsos del PMLP

**Cuadro S-13 Programa de implementación y desembolsos del PMLP (1/4)**

**1. Rehabilitación y protección de las fuentes existentes**

Medidas	Costos Básicos (US\$ 1,000)	Primera Fase (2006 to 2010)										Segunda Fase (2010 to 2015)													
		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
IA Restauración de la capacidad de producción diseñada del Campo de Pozos Managua I.	-	1,080																							
					0.30		0.70																		
	0				324		756																		
IB Restauración de la capacidad de producción diseñada del Campo de Pozos Managua II.	-	710																							
					0.30		0.70																		
	0				213		497																		
IC Rehabilitación y renovación gradual de los pozos y bombas viejos.	(a)	1,400																							
					0.30		0.70																		
	0				420		980																		
	(b)	0																							
					0.15		0.25		0.30		0.30														
	3,080				462		770		924		924														
	(c)	0																							
															0.20		0.20		0.20		0.20		0.20		0.20
	2,520														504		504		504		504		504		504
	(d)	0																							
					0.15		0.25		0.30		0.30														
	3,770				566		943		1,131		1,131														
	(e)	0																							
															0.20		0.20		0.20		0.20		0.20		0.20
	2,262														452		452		452		452		452		452
ID Adoptar medidas contra los pozos que relativamente tienen un alto concentrado de nitratos.	(a)	1,185																							
					0.30		0.70																		
	0				356		830																		
(b)	0																								
																0.30		0.70							
	808														243		566								
(c)	0																								
	467																								
IE Adoptar medidas contra los pozos que relativamente tienen un alto concentrado de arsenico.	(a)	3,842																							
					0.30		0.70																		
	0				1,153		2,689																		
(b)	0																								
	467																								
(c)	0																								
	0																								
IF Reducción del volumen de extracción de la Laguna de Asososca.	-	0																							
	0																								
IG Establecer control sobre el uso y desarrollo del agua subterránea por el sector privado	-	0																							
	0																								
IH Establecer control sobre la construcción y operación de las instalaciones las que de otra manera pudiera contaminar el agua	-	0																							
	0																								
II Monitoreo continuo y evaluación de la calidad de agua de las fuentes de ENACAL	-	0																							
	0																								
IJ Aumentar la capacidad analítica del laboratorio de ENACAL	-	0																							
	0																								
Sub-Total		21,125	0	3,493	7,465	2,055	2,055							956	1,199	1,522	1,097	1,283							
Donante		8,217	0	2,465	5,752	0	0							0	0	0	0	0							
ENACAL		12,908	0	1,028	1,713	2,055	2,055							956	1,199	1,522	1,097	1,283							



### Cuadro S-13 Programa de implementación y desembolsos del PMLP (3/4)

#### 3. Aumentar la eficiencia en los sistemas de transmisión y distribución de agua

Medidas	Costos Básicos (US\$ 1,000)	Primera Fase (2006 to 2010)												Segunda Fase (2010 to 2015)																											
		2006				2007				2008				2009				2010				2011				2012				2013				2014				2015			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
3A Macro-sectorización del sistema de distribución	1,341																																								
	0					0.30	0.70																																		
	891					402	939																																		
3B Mejoramiento de las condiciones de suministro de agua en San Judas, Reparto Schick y Laureles Sur y extensión del suministro de agua hacia Las Jaguitas y Esquipulas.																																									
(a)	891																																								
	0					0.30	0.70																																		
	4,059					267	624																																		
(b)	4,059																																								
	0					0.30	0.70																																		
	0					1,218	2,841																																		
3C Fortalecimiento del suministro de agua en Veracruz y áreas localizadas a lo largo de la Carretera a Masaya	1,680																																								
	0					0.30	0.70																																		
	0					504	1,176																																		
3D Fortalecimiento del suministro de agua en Ticuantepe y Nindirí	431																																								
(a)	431																																								
	0					0.30	0.70																																		
	0					129	302																																		
(b)	724																																								
	0					0.30	0.70																																		
	0					217	506																																		
3E Fortalecimiento del suministro de agua en la Zona Baja	0																																								
	0																																								
	2,833																																								
	0																																								
3F Rehabilitación de las estaciones de transmisión	0																																								
	0																																								
	2,446																																								
	0																																								
3G Provisión de tuberías de distribución de diámetro pequeño y conexiones de servicios serán instaladas acordes con el incremento de la población futura																																									
(a)	0																																								
	11,843	1,073	1,096	1,120	1,144	1,169	1,195	1,221	1,247	1,275	1,303																														
(b)	0																																								
	6,819	618	631	645	659	673	688	703	718	734	750																														
Sub-Total	33,067	1,691	4,465	8,154	2,048	2,209	2,250	2,857	3,748	3,226	2,420																														
Donante	9,126	0	2,738	6,389	0	0	0	0	0	0	0																														
ENACAL	23,941	1,691	1,727	1,765	2,048	2,209	2,250	2,857	3,748	3,226	2,420																														

#### 4. Establecimiento de una estructura financiera básica para el manejo de los servicios de agua en Managua

Medidas	Costos Básicos (US\$ 1,000)	Primera Fase (2006 to 2010)												Segunda Fase (2010 to 2015)																											
		2006				2007				2008				2009				2010				2011				2012				2013				2014				2015			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
4A Establecimiento de una cuenta financiera independiente para los servicios de agua en Managua	0																																								
	0																																								
4B Incremento de tarifa	0																																								
	0																																								
4C Minimizar los gastos de la oficina principal y establecer normas apropiadas para la división de tales gastos	0																																								
	0																																								
4D Capacitación	0																																								
	0																																								
Sub-Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
Donante	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
ENACAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
Total de Costos Básicos	100,126	1,691	9,412	20,647	10,463	13,943	12,978	8,535	9,979	8,537	3,941																														
Donante	48,894	0	6,657	17,169	6,360	9,354	9,354	0	0	0	0																														
ENACAL	51,231	1,691	2,755	3,478	4,103	4,589	3,624	8,535	9,979	8,537	3,941																														

**Cuadro S-13 Programa de implementación y desembolsos del PMLP (4/4)**

Asuntos	Cost (US\$ 1,000)	Primera Fase (2006 to 2010)					Segunda Fase (2010 to 2015)				
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Total de Costos Básicos</b>											
Total	100,126	1,691	9,412	20,647	10,463	13,943	12,978	8,535	9,979	8,537	3,941
Donante	48,894	0	6,657	17,169	6,360	9,354	9,354	0	0	0	0
ENACAL	51,231	1,691	2,755	3,478	4,103	4,589	3,624	8,535	9,979	8,537	3,941
<b>Honorarios por ingeniería (D/D &amp; C/S)</b>											
Total	7,009	118	659	1,445	732	976	908	597	699	598	276
Donante	3,423	0	466	1,202	445	655	655	0	0	0	0
ENACAL	3,586	118	193	243	287	321	254	597	699	598	276
<b>Imprevistos físicos</b>											
Total	5,357	90	504	1,105	560	746	694	457	534	457	211
Donante	2,616	0	356	919	340	500	500	0	0	0	0
ENACAL	2,741	90	147	186	219	246	194	457	534	457	211
<b>Imprevistos de precios</b>											
Total	25,710	74	841	2,821	1,944	3,302	3,762	2,945	4,015	3,942	2,064
Donante	9,050	0	595	2,346	1,182	2,215	2,712	0	0	0	0
ENACAL	16,661	74	246	475	762	1,087	1,051	2,945	4,015	3,942	2,064
<b>Costos Administrativos del Proyecto</b>											
Total	3,455	49	285	650	342	474	459	313	381	338	162
Donante	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENACAL	3,455	49	285	650	342	474	459	313	381	338	162
<b>Costos Totales del Proyecto</b>											
Total	141,656	2,023	11,700	26,668	14,041	19,442	18,802	12,847	15,607	13,872	6,653
Donante	63,982	0	8,074	21,635	8,327	12,725	13,221	0	0	0	0
ENACAL	77,674	2,023	3,626	5,033	5,714	6,717	5,581	12,847	15,607	13,872	6,653

## IV. PROYECTO PRIORITARIO (PP)

### IV-1. Selección del Proyecto Prioritario

De los diversos proyectos incluidos en el PMLP aquellos que están clasificados como de “Alta Prioridad” fueron seleccionados para formular el Proyecto Prioritario (PP). El **Cuadro S-14** presenta un resumen del proyecto prioritario propuesto.

## Cuadro S-14 Proyecto Prioritario (1/4)

### 1. Rehabilitación y protección de las fuentes existentes

Medidas	Descripción	Prioridad
1A Restauración de la capacidad de producción diseñada del Campo de Pozos Managua I.	- La actual capacidad de producción del campo de pozo Managua I (53,000 m <sup>3</sup> /día) será incrementada en 18,000 m <sup>3</sup> /día al aumentar su capacidad de producción a (71,000m <sup>3</sup> /día). El trabajo incluye la renovación de 1 pozo (W7) y la rehabilitación de 4 pozos (E4, W3, W6 & W8) incluyendo la limpieza de los pozos y el reemplazo de las bombas.	Alta
1B Restauración de la capacidad de producción diseñada del Campo de Pozos Managua II.	- La actual capacidad de producción del campo de pozo Managua II (44,000 m <sup>3</sup> /día) será incrementada en 12,000 m <sup>3</sup> /día al aumentar su capacidad de producción a (56,000m <sup>3</sup> /día). El trabajo incluirá la renovación de 1 transformador eléctrico (P11) y 1 panel eléctrico (P13); y rehabilitación de 4 pozos (P6, P8, P1 y P16) incluyendo la limpieza de los pozos y el reemplazo de las bombas.	Alta
1C Rehabilitación y renovación gradual de los pozos y bombas viejos.	(a) Se rehabilitarán 10 pozos los cuales están en mal funcionamiento o están operando con un rendimiento considerablemente bajo. El trabajo incluirá la rehabilitación de 6 pozos en la Zona Baja (No.17, No.18, No.22, No.24, No.25 y No.80), 1 pozo en la Zona Alta (No.31) y 3 pozos en la Zona Alta Superior (No.71, No.75 & No.108) incluyendo la limpieza y reemplazo de las bombas.	Alta
1D Adoptar medidas contra los pozos que relativamente tienen un alto concentrado de nitratos.	(a) Los pozos No.8 y No.10 en la Zona Baja se abandonarán y serán sustituidos. Se construirán pozos en el área de San Judas en el 2010. El trabajo incluye la construcción de 3 nuevos pozos y tubería principal de agua subterránea (PVC150 : 1.0km).	Alta
1E Adoptar medidas contra los pozos que relativamente tienen un alto concentrado de arsénico.	(a) Cuatro pozos No.27, No.28, No.29 y No.46 serán abandonados y sustituidos. Se construirán pozos en el área de las Jaguitas para el 2010 para abastecer las áreas que actualmente son atendidas por estos 4 pozos. Los trabajos incluyen la construcción de 5 nuevos pozos, un tanque de (4,000 m <sup>3</sup> ) y tubería de distribución (THD300 a 450 :2.9km y PVC250 : 1.1km).	Alta
1G Establecer control sobre el uso y desarrollo del agua subterránea por el sector privado	- El uso y desarrollo del agua subterránea por el sector privado debe ser estrictamente controlado para mantener la sostenibilidad de los servicios públicos de agua. Los pozos privados deberán ser medidos tanto para el cobro de agua y alcantarillado de parte de ENACAL basado en la medida de sus consumos.	Alta
1H Establecer control sobre la construcción y operación de las instalaciones las que de otra manera pudiera contaminar el agua subterránea.	- La construcción y operación de gasolineras y otras estructuras que almacenan o fabrican químicos serán estrictamente controladas con miras a prevenir el derrame de gasolina y de otros químicos peligrosos en el suelo.	Alta
II Monitoreo continuo y evaluación de la calidad de agua de las fuentes de ENACAL	- ENACAL analizará la calidad del agua en todas las fuentes de agua existentes dos veces al año (una en verano y otra en invierno), para cubrir todos los parámetros incluidos en las normas nacionales de calidad de agua potable. Los pozos que actualmente tienen una concentración de arsénico entre 6.0 µg/l y 8.0 µg/l se les hará prueba cuatro veces al año (cada tres meses). Los resultados de los análisis serán evaluados y se explorarán acciones correctivas cuando se encuentren	Alta
1J Aumentar la capacidad analítica del laboratorio de ENACAL	- El personal del laboratorio de ENACAL recibirá una capacitación adecuada en las técnicas de análisis requeridas para la medición de concentración de metales pesados (usando un espectroscopio atómico de absorción) y pesticidas (usando un cromatógrafo de gas). UPS (Suministro ininterrumpido de Energía) este equipo se instalará en el laboratorio para proteger esos equipos de análisis para los inesperados cortes del fluido eléctrico.	Alta

## Cuadro S-14 Proyecto Prioritario (2/4)

### 2. Reducción de fugas y pérdidas

Medidas	Descripción	Prioridad
2A Micro-sectorización de la red de distribución e implementación de medidas de reducción de fugas y pérdidas	(a) La red de distribución existente en la Zona Baja estará dividida en 170 micro sectores, se implementarán medidas para reducir las fugas y pérdidas en cada micro-sector establecido. El trabajo incluirá la adquisición de vehículos y válvulas, medición de los flujos mínimos nocturnos y detección/repación de aproximadamente 32,000 fugas visibles/invisibles.	Alta
2B Reemplazo de los medidores viejos.	- Los medidores que han estado en servicio por mas de 10 años serán reemplazados. Los trabajos incluirán el reemplazo de 72,000 medidores.	Alta
2C Permitir que el actual Departamento Comercial juegue un papel más integrado al reducir las fugas, pérdidas y conexiones ilegales e incremente los ingresos por la venta de agua	- Cuatro unidades, conocidas como URF (Unidad de Reducción de Fugas), UCCI (Unidad de Control de Conexiones Ilegales), UPMA (Unidad del Programa de Mejoramiento de Asentamientos), y UMCF (Unidad de Medición de Cliente y Facturación) serán establecidas dentro del Departamento Comercial ya existente, cada unidad será provista de personal con experiencia en campos particulares.	Alta
2D Examinar/revisar la estructura de tarifa de agua existente	- Las tarifas de agua existentes para los usuarios domesticos serán examinadas y revisadas con miras a proveer incentivos más consistentes para el uso efectivo del agua. El límite de consumo necesario (subsistencia) para una vivienda media será establecido y el subsidio de tarifa solamente será aplicado al consumo medido debajo del límite. El subsidio de tarifas nunca será aplicado a las conexiones no medidas. Niveles relativamente altos de cargos fijos serán aplicados a los usuarios domésticos no medidos para animarlos a que soliciten la instalación de un medidor.	Alta
2E Examinar/revisar el "Reglamento de Servicios al Usuario"	- "Reglamento de Servicios al Usuario" establece que (a) los medidores serán instalados en los hogares de los usuarios y (b) los usuarios serán responsables por cualquier daño exceptuando el deterioro normal y roturas a los medidores, incluyendo la manipulación de los mismos. También establece que (a) los medidores en principio serán instalados sobre el suelo y (b) ENACAL tiene el derecho de decidir el sitio y el método de instalación del medidor a su discreción. Se incrementarán las multas y penalizaciones para los usuarios ilegales.	Alta
2F Fortalecer la capacidad de ENACAL en la lectura de medidores, facturación y cobro	- El registro de los usuarios será reorganizado y actualizado. La clasificación de los usuarios por categoría de uso será definida más claramente y aplicada sin discriminación. Los lectores de medidores serán capacitados en habilidades de comunicación social. La lectura de medidores, la facturación y el cobro serán relacionados a las coberturas geograficas de los macro sectores. La información sobre lectura de medidor, facturación y cobro sera manejado exclusivamente por la UMCF (Unidad de Medición de Cliente y Facturación) del departamento Comercial pero la informacion se compartirá con otras unidades y departamentos de ENACAL a través de la red de computadoras.	Alta
2G Aumentar la conciencia pública	- ENACAL implementará campañas a través de los medios de comunicación (TV, radio y periódicos) para aumentar la conciencia pública sobre temas como conservación del agua, conexiones ilegales y pagos por los cargos por agua. Los planes de estudio para las escuelas primarias y secundarias incluirán visitas a las instalaciones. El Gobierno designará el 22 de Marzo como "El día nicaraguense del agua" y ENACAL organizará exhibiciones y un visita de inspección a las instalaciones de suministro en ese día particular. En la época seca, ENACAL enviará vehículos y altoparlantes a las áreas donde el agua es relativamente abundante solicitando a los residentes que paren de regar las calles y los jardines o de utilizar las piscinas.	Alta

<p>2H Mejoramiento de las condiciones del sistema de suministro de agua y saneamiento en los asentamientos con bajos ingresos por medio de enfoques participativos.</p>	<p>(a) Se desarrollará la Base de datos de aproximadamente 166 asentamientos de bajo ingreso en Managua. La información recopilada en la base de datos incluirá años de existencia del asentamiento, número total de viviendas, tamaño medio de la vivienda, tenencia de títulos de propiedad, condiciones de suministro de agua, ambiente sanitario, condiciones de otra infraestructura (calles, electricidad, teléfono, alcantarillado, disposición de los desperdicios sólidos) , organizaciones comunitarias, y necesidades prioritarias de los residentes.</p>	Alta
	<p>(b) Los proyectos pilotos serán implementados por medio de enfoques de participación comunitaria para mejorar el suministro de agua y las condiciones de saneamiento en 3 asentamientos seleccionados por cada Tipo A, Tipo B y Tipo C. Los trabajos incluirán la adquisición de 2 vehículos y servicios de consultoría de ONGs, suministro/instalación de 750 medidores, suministro de 750 nuevas conexiones de servicio y 1,160 nuevas conexiones de servicio de alcantarillado además de la construcción de un sistema de red interna de agua y alcantarillado.</p>	Alta
	<p>(c) Las condiciones de agua y saneamiento en 81 asentamientos tipo A serán mejoradas por medio de enfoques de participación comunitaria. Los trabajos incluirán la adquisición de 2 vehículos y los servicios de consultoría de ONGs, suministro/instalación de 27,000 medidores, provision de 9,000 conexiones nuevas de alcantarillado y construcción de los sistemas de redes de alcantarillado.</p>	Alta
	<p>(d) Las condiciones de agua y saneamiento en 52 asentamientos tipo C serán mejoradas por medio de los enfoques de participación comunitaria. El trabajo incluirá la adquisición de 2 vehículos y servicios de consultorías de ONGs, provision de 12,500 nuevas conexiones de agua y 12,500 nuevas conexiones de servicios de alcantarillado además de la construcción de sistemas de redes internas de agua y alcantarillado.</p>	Alta

**Cuadro S-14 Proyecto Prioritario (3/4)****3. Aumentar la eficiencia en los sistemas de transmisión y distribución de agua**

Medidas	Descripción
3A Macro-sectorización del sistema de distribución	- La red de distribución existente será dividida en macro-sectores aislados hidráulicamente con el propósito de garantizar que las fuentes de suministro estén acordes con sus áreas de abastecimiento. Los trabajos incluirán la instalación de 101 válvulas (50 ~ 800 mm) para el aislamiento de los macro sectores y de los 31 macro medidores para la medición de flujos en los macro sectores.
3B Mejoramiento de las condiciones de suministro de agua en San Judas, Reparto Schick y Laureles Sur y extensión del suministro de agua hacia Las Jaguitas y Esquipulas.	(a) Las condiciones de suministro de agua serán mejoradas en San Judas. Los trabajos incluirán la construcción de un tanque (2,000m <sup>3</sup> ), una estación de transmisión (74kw), una tubería de transmisión (PVC150 : 1.5km) y tuberías de distribución (THD300 : 0.3km & PVC250 : 2.3km).  (b) Las condiciones de suministro de agua en Reparto Schick y Laureles Sur serán mejoradas. El suministro de agua será extendido hasta Esquipulas y Jaguitas donde se han desarrollado muchos proyectos habitacionales. Los trabajos incluirán la construcción de un tanque de agua (5,000 m <sup>3</sup> ) una tubería de transmisión (THD 300:1.0 km) y tuberías de distribución (THD300 ~ 500 : 6.6km & PVC150 ~ 200 : 5.6km).
3C Fortalecimiento del suministro de agua en Veracruz y áreas localizadas a lo largo de la Carretera a Masaya	- Se fortalecerá el suministro de agua en Veracruz y áreas a lo largo de la Carretera Masaya. Los trabajos incluirán la construcción de una estación de transmisión (150kw), una tubería de transmisión (PVC250 : 4.1km), y una estación de distribución (225kw) además de tubería de distribución (IP350 : 0.6km).
3D Fortalecimiento del suministro de agua en Ticuantepe y Nindirí	(a) El suministro de agua en Ticuantepe será fortalecido. Los trabajos incluirán la construcción de un nuevo pozo y una tubería de suministro de agua efectiva (PVC150 : 1.0km).  (b) El suministro de agua en Nindirí será fortalecido. Los trabajos incluirán la construcción de un nuevo pozo y una tubería de suministro de agua efectiva (PVC150 : 4.0km).

#### Cuadro S-14 Proyecto Prioritario (4/4)

### 4. Establecimiento de una estructura financiera básica para el manejo de los servicios de agua en Managua

Medidas	Descripción
4A Establecimiento de una cuenta financiera independiente para los servicios de agua en Managua	- ENACAL establecerá una cuenta financiera independiente para los servicios de agua en Managua. Para este fin, la actual cuenta financiera de ENACAL será dividida en dos, una que incluya los servicios de agua en Managua y la otra que incluya los servicios para el resto del país.
4B Incremento de tarifa	- La tarifa domiciliar en Managua será incrementada hasta por lo menos al nivel de las tarifas domiciliarias que actualmente se aplican en Matagalpa. De la misma manera, un bloque de tarifas especialmente bajas (bloque de tarifa mínima de servicio básico para subsistencia) para un consumo mínimo mensual será suministrado en las estructuras de tarifas para proteger a los extremadamente pobres. A los pobres se les permitirá pagar los cargos por conexión en un largo período de tiempo.
4C Minimizar los gastos de la oficina principal y establecer normas apropiadas para la división de tales gastos	- ENACAL reducirá los gastos de las oficinas principales y establecerá normas apropiadas para dividir tales gastos entre las diferentes cuentas financieras.
4D Capacitación	- El personal del Departamento Financiero de ENACAL recibirán capacitación en los siguientes temas "Necesidades de Ingresos", "Estructuras de Tarifas de Agua", "Tarifas de agua con subsidios cruzados", "Depreciación" y "Recuperación de Costos".

#### IV-2 Estimación preliminar de costos del PP

El Cuadro S-15 muestra la estimación preliminar de costos del Proyecto Prioritario (PP). La actual tasa cambiaria y otros supuestos utilizados en la estimación de costos son los mismos usados en el caso del PMLP.

#### Cuadro S-15 Estimación Preliminar de Costos del Proyecto Prioritario (US\$ 1,000)

Medidas/Asuntos	Primera Fase (2006 to 2010)			Segunda Fase (2010 to 2015)			Total (2006 to 2015)		
	Donante	ENACAL	Total	Donante	ENACAL	Total	Donante	ENACAL	Total
1. Rehabilitación y protección de las Fuentes de Agua Existente	8,217	0	8,217	0	0	0	8,217	0	8,217
2. Reducción de las fugas/pérdidas	22,197	0	22,197	9,354	0	9,354	31,551	0	31,551
3. Incremento de la eficiencia en los sistemas de transmisión y distribución	9,126	0	9,126	0	0	0	9,126	0	9,126
4. Establecimiento de un sistema financiero básico para los servicios de agua en Managua	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total de Costos Básicos</b>	<b>39,540</b>	<b>0</b>	<b>39,540</b>	<b>9,354</b>	<b>0</b>	<b>9,354</b>	<b>48,894</b>	<b>0</b>	<b>48,894</b>
Honorarios por ingeniería (D/D & C/S)	2,768	0	2,768	655	0	655	3,423	0	3,423
Imprevistos físicos	2,115	0	2,115	500	0	500	2,616	0	2,616
Imprevistos de precios	6,338	0	6,338	2,712	0	2,712	9,050	0	2,616
Costos Administrativos del Proyecto	0	1,269	1,269	0	331	331	0	1,600	1,600
<b>Costos Totales del Proyecto</b>	<b>50,761</b>	<b>1,269</b>	<b>52,030</b>	<b>13,221</b>	<b>331</b>	<b>13,551</b>	<b>63,982</b>	<b>1,600</b>	<b>65,582</b>



**Cuadro S-16 Programa de implementación y desembolsos del Proyecto Prioritario (2/4)**

**2. Reducción de fugas y pérdidas**

Medidas	Costos Básicos (US\$ 1,000)	Primera Fase (2006 to 2010)												Segunda Fase (2010 to 2015)																												
		2006				2007				2008				2009				2010				2011				2012				2013				2014				2015				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
2A Micro-sectorización de la red de distribución e implementación de medidas de reducción de fugas y pérdidas	(a) 1,959																																									
	0																																									
2B Reemplazo de los medidores viejos.	- 3,337																																									
	0																																									
2C Reorganizar el actual Departamento Comercial para ser capaz de atender integralmente a los problemas de fugas, pérdidas y conexiones ilegales, mejoramiento de asentamientos, lectura de medidores, facturación, etc.	- 0																																									
	0																																									
2D Examinar/revisar la estructura de tarifa de agua existente	- 0																																									
	0																																									
2E Examinar/revisar el "Reglamento de Servicios al Usuario"	- 0																																									
	0																																									
2F Fortalecer la capacidad de ENACAL en la lectura de medidores, facturación y cobro	- 0																																									
	0																																									
2G Aumentar la conciencia pública	- 0																																									
	0																																									
2H Mejoramiento de las condiciones del sistema de suministro de agua y saneamiento en los asentamientos con bajos ingresos por medio de enfoques participativos.	(a) 790																																									
		0																																								
		0																																								
		0																																								
	(b) 2,080																																									
		0																																								
		0																																								
	(c) 9,192																																									
		0																																								
		0																																								
	(d) 14,193																																									
		0																																								
		0																																								
Sub- Total	31,551	0	1,454	5,028	6,360	9,354	9,354	0	0	0	0	9,354	0	0	0	0	9,354	0	0	0	0	9,354	0	0	0	0	9,354	0	0	0	0	9,354	0	0	0	0	9,354	0	0	0	0	
Donor	31,551	0	1,454	5,028	6,360	9,354	9,354	0	0	0	0	9,354	0	0	0	0	9,354	0	0	0	0	9,354	0	0	0	0	9,354	0	0	0	0	9,354	0	0	0	0	9,354	0	0	0	0	
ENACAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

**Cuadro S-16 Programa de implementación y desembolsos del Proyecto Prioritario (3/4)**

**3. Aumentar la eficiencia en los sistemas de transmisión y distribución de agua**

Medidas	Costos Básicos (US\$ 1,000)	Primera Fase (2006 to 2010)												Segunda Fase (2010 to 2015)																															
		2006				2007				2008				2009				2010				2011				2012				2013				2014				2015							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
3A Macro-sectorización del sistema de distribución	1,341																																												
	0																																												
3B Mejoramiento de las condiciones de suministro de agua en San Judas, Reparto Schick y Laureles Sur y extensión del suministro de agua hacia Las Jaguitas y Esquipulas.	891																																												
	0																																												
	4,059																																												
	0																																												
3C Fortalecimiento del suministro de agua en Veracruz y áreas localizadas a lo largo de la Carretera a Masaya	1,680																																												
	0																																												
3D Fortalecimiento del suministro de agua en Ticuantepe y Nindiri	431																																												
	0																																												
	724																																												
	0																																												
Sub-Total	9,126					0				2,738				6,389				0				0				0				0				0				0							
Donor	9,126					0				2,738				6,389				0				0				0				0				0				0							
ENACAL	0					0				0				0				0				0				0				0				0				0							

**4. Establecimiento de una estructura financiera básica para el manejo de los servicios de agua en Managua**

Medidas	Costos Básicos (US\$ 1,000)	Primera Fase (2006 to 2010)												Segunda Fase (2010 to 2015)																											
		2006				2007				2008				2009				2010				2011				2012				2013				2014				2015			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
4A Establecimiento de una cuenta financiera independiente para los servicios de agua en Managua	0																																								
	0																																								
4B Incremento de tarifa	0																																								
	0																																								
4C Minimizar los gastos de la oficina principal y establecer normas apropiadas para la división de tales gastos	0																																								
	0																																								
4D Capacitación	0																																								
	0																																								
Sub-Total	0					0				0				0				0				0				0				0				0				0			
Donante	0					0				0				0				0				0				0				0				0				0			
ENACAL	0					0				0				0				0				0				0				0				0				0			
Total de Costos Básicos	48,894					0				6,657				17,169				6,360				9,354				9,354				0				0				0			
Donante	48,894					0				6,657				17,169				6,360				9,354				9,354				0				0				0			
ENACAL	0					0				0				0				0				0				0				0				0				0			

**Cuadro S-16 Programa de implementación y desembolsos del Proyecto Prioritario (4/4)**

Asuntos	Cost (US\$ 1,000)	Primera Fase (2006 to 2010)					Segunda Fase (2010 to 2015)				
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Total de Costos Básicos</b>											
Total	48,894	0	6,657	17,169	6,360	9,354	9,354	0	0	0	0
Donante	48,894	0	6,657	17,169	6,360	9,354	9,354	0	0	0	0
ENACAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Honorarios por ingeniería (D/D &amp; C/S)</b>											
Total	3,423	0	466	1,202	445	655	655	0	0	0	0
Donante	3,423	0	466	1,202	445	655	655	0	0	0	0
ENACAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Imprevistos físicos</b>											
Total	2,616	0	356	919	340	500	500	0	0	0	0
Donante	2,616	0	356	919	340	500	500	0	0	0	0
ENACAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Imprevistos de precios</b>											
Total	9,050	0	595	2,346	1,182	2,215	2,712	0	0	0	0
Donante	9,050	0	595	2,346	1,182	2,215	2,712	0	0	0	0
ENACAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Costos Administrativos del Proyecto</b>											
Total	1,600	0	202	541	208	318	331	0	0	0	0
Donante	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENACAL	1,600	0	202	541	208	318	331	0	0	0	0
<b>Costos Totales del Proyecto</b>											
Total	65,582	0	8,276	22,176	8,535	13,043	13,551	0	0	0	0
Donante	63,982	0	8,074	21,635	8,327	12,725	13,221	0	0	0	0
ENACAL	1,600	0	202	541	208	318	331	0	0	0	0

## V. RECOMENDACIONES

### V-1. Reducción de las extracciones de la Laguna de Asososca

El presente Estudio recomienda que la cantidad de extracciones de la Laguna de Asososca debe ser reducida a 30,000 m<sup>3</sup>/día con la finalidad de proteger la calidad de agua de la Laguna de una potencial contaminación. Además, el Estudio también sugiere la reubicación de tres pozos existentes de la Zona Baja a áreas más elevadas topográficamente, esto debe a los problemas de calidad de agua que estos presentan. Estas recomendaciones, sin embargo, no necesariamente significan que deberán llevarse a cabo de inmediato. Por el contrario, estas sugerencias deberán ser implementadas paso a paso en dependencia del desarrollo de las nuevas fuentes sustitutas, las cuales deberán compensar apropiadamente cualquier déficit en la capacidad de suministro en las áreas actualmente abastecidas por estas fuentes.

### V-2. Coordinación con otros donantes

El presente Estudio señala que (a) el incremento de la eficiencia en el sistema de transmisión y distribución de agua y (b) la reducción de las fugas y pérdidas son los principales objetivos y son puntos críticos para la sostenibilidad del servicio de agua en la ciudad de Managua. Por tanto, el plan de mejoramiento a largo plazo propuesto por este Estudio ha sido desarrollado con el objetivo de alcanzar estas dos metas cruciales. Es recomendable que todos los proyectos de mejoramiento, futuros y en ejecución, en la ciudad de Managua deberán, por principio, ser implementados de acuerdo con las estrategias de desarrollo y prioridades propuestas en el Plan de Mejoramiento a Largo Plazo. De forma particular, se recomienda que ENACAL coordine los proyectos en curso, financiados por el Gobierno de España y BID, para asegurar que los

alcances de estos proyectos sean consistentes con el plan de mejoramiento a largo plazo propuesto por el presente Estudio. La coordinación referida es particularmente importante en las siguientes áreas:

- El Proyecto del Gobierno español “Proyecto de Optimización del Sistema de Abastecimiento, Mejora de los Índices de Macro y Micro Medición, Planificación y Mejoramiento Medioambiental” tiene como uno de los principales componentes la micro-sectorización de 800 kilómetros en la red de distribución de la zona Baja (incluyendo la realización de actividades de reducción de agua no contabilizada en los micro sectores) lo que equivale a dos terceras partes (2/3) del total de longitud de la tubería de distribución existente en la zona. No obstante, no se ha definido claramente en que áreas específicas de la zona baja se efectuarán estos trabajos de mejoramiento. Por tanto, se recomienda que ENACAL discuta y llegue a un acuerdo con el Gobierno de España para que estos trabajos sean realizados en los dos tercios (2/3) occidentales de la Zona Baja.
- El Proyecto del Gobierno español también contempla la adquisición de 100,000 medidores de agua, sin embargo, se desconoce donde serán instalados. Se sugiere que ENACAL utilice aproximadamente tres cuartas (3/4) partes de estos para reemplazar los viejos medidores de agua existentes en Managua, los que han estado en servicio por más de 10 años.
- Se han destinado aproximadamente US\$ 3.6 millones para la reducción de agua no contabilizada por medio del programa de Banco Interamericano para el Desarrollo (BID) “Programa de Modernización del Sistema de Agua Potable” no obstante hasta la fecha no se sabe cómo y dónde serán utilizados estos fondos. Se recomienda que ENACAL hable y llegue a un acuerdo con el BID/Empresa contratista para que estos fondos sean empleados en la micro-sectorización de 400 kilómetros de la red de distribución en la tercera parte (1/3) restante oriental de la Zona Baja (incluyendo las actividades de reducción de agua no contabilizada en los micro sectores).
- La micro-sectorización de la red de distribución existente en la zona baja que se realiza en estos proyectos en curso debe ser coherente con el plan de macro-sectorización propuesto para la zona baja en el plan de mejoramiento a largo plazo.

### **V-3. Métodos de la micro-sectorización**

El plan para la micro-sectorización previsto por el proyecto del gobierno español incluye la instalación de un medidor volumétrico en cada micro sector y el monitoreo continuo de caudales en una estación remota por medio de un sistema telemétrico. Sin embargo, parece ser que no hay necesidad para utilizar estos sistemas sofisticados y caros. El monitoreo continuo de caudales es innecesario para la reducción del Agua No Contabilizada. En cambio, el caudal (flujo) mínimo nocturno debe ser medido manualmente y cuando sea necesario (medición puntual) mediante el uso de caudalímetro ultrasónico de tipo portátil. Este método fue probado durante nuestro Estudio demostrando que es bastante eficaz en la reducción del Agua No Contabilizada. Se recomienda que ENACAL proponga una revisión del método al Gobierno Español.

### **V-4. Reducción de las fugas y pérdidas**

Nuestros estudios de fugas demostraron que la micro-sectorización de la red de distribución, la medición de caudales (flujos) mínimos nocturnos utilizando el caudalímetro ultrasónico tipo portátil, y la realización de detección intensiva y trabajos de reparación de fugas dentro de los micro sectores, pueden reducir efectivamente las fugas. Sin embargo, en contraste, la reducción de las pérdidas podría requerir un abordaje bastante más integral, debido a que es un problema no estrictamente ingenieril sino que involucra muchos complejos elementos sociales e institucionales. En efecto, no hay una solución mágica que pueda reducir drásticamente las

pérdidas en un espacio corto de tiempo. Uno de los aspectos que hacen este problema extremadamente complicado es la existencia de muchos asentamientos con población de bajos ingresos en Managua. Ya sea directa o indirectamente, los siguientes aspectos constituyen razones que contribuyen a las pérdidas (derroche, desperdicio) masivas de agua en la Ciudad. Por tanto es recomendable que ENACAL revise cuidadosamente estos aspectos y sugiera revisiones a INAA si es necesario.

- Estructura tarifaria de agua para uso domiciliario (diseño de conceptos, subsidios cruzados, cargos fijos aplicados a clientes sin medidor)
- Existencia de muchas conexiones sin medidor
- Existencia de muchos usuarios ilegales y clientes que no pagan por el servicio
- Ubicación del medidor y su método de instalación
- Responsabilidad de los clientes para el mantenimiento de los medidores de agua

Durante el proceso de reducción de pérdidas de agua se deben adoptar varios enfoques para los asentamientos con bajos ingresos, diferentes a los utilizados para el resto de la ciudad. Para reducir las pérdidas en los asentamientos mencionados anteriormente, le recomendamos a ENACAL que siga las siguientes medidas:

- 1) Realizar campañas continuas para el uso racional del agua
- 2) Establecer bases de datos de todos los asentamientos en la ciudad, incluyendo este tipo de información: creación, población total y número de viviendas, condiciones socio-económicas, estado de la infraestructura (agua, saneamiento, electricidad, teléfono, disposición de los desperdicios sólidos, escuelas, calles, etc.), títulos de propiedad, organizaciones comunitarias, necesidades prioritarias de las comunidades, disponibilidad del servicio de agua y las condiciones de la red interna existente de los servicios de agua y alcantarillado
- 3) Clasificar los asentamientos de acuerdo a la disponibilidad actual del servicio de agua
- 4) Implementar proyectos pilotos usando enfoques de participación comunitaria
- 5) Evaluar los resultados de los proyectos pilotos
- 6) Realizar trabajos de mejoramiento utilizando los enfoques de participación comunitaria

También se recomienda que ENACAL involucre activamente a ONG y grupos de la sociedad civil para realizar estos enfoques. Su participación durante todo el proceso es fundamental para la participación de las comunidades. El objetivo final de estos proyectos pilotos propuestos es el de alentar a los residentes de bajos ingresos de los asentamientos correlacionar su consumo de agua con la factura. Esto solamente podrá ser obtenido si se instalan los medidores y se cobra en base a la lectura de los mismos. Al hacer esto, no obstante es necesario aliviar cualquier impacto inadmisibles que pudiera caer en los extremadamente pobres.

#### **V-5. Población en el área del estudio**

En el presente Estudio se ha proyectado la población y demanda futura tomando como base las estimaciones de población obtenidos por el INEC en julio, 2004, esto debido a que solamente ellos tienen las últimas cifras oficiales y disponibles en el país en el tiempo que se realizó el estudio. INEC periódicamente revisa los resultados del censo de 1995 y obtiene las estimaciones. Los proyectos en curso financiados por otros donantes (por ejemplo, el programa de saneamiento ambiental del Lago de Managua) también adoptaron una de esas estimaciones de INEC como base para la proyección futura de la población. El Gobierno de Nicaragua realiza censos con un intervalo de 10 años y el próximo censo está programado para 2005. Se sugiere que ENACAL revise cuidadosamente los resultados del próximo censo y notifique a JICA y otros donantes de conformidad si hay alguna divergencia sustancial entre los resultados del censo y las estimaciones del INEC existentes.

EL ESTUDIO DE DESARROLLO PARA EL ABASTECIMIENTO DE  
AGUA POTABLE A MEDIANO Y LARGO PLAZO DE LA CIUDAD DE  
MANAGUA EN LA REPÚBLICA DE NICARAGUA

INFORME FINAL  
Volume VI : Informe Principal

Contenidos

PRÓLOGO

CARTA DE REMISIÓN

SUMARIO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1-1
<b>2. SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA EXISTENTE</b> .....	2-1
2.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA EXISTENTE.....	2-1
2.1.1 Fuentes e Instalaciones de Producción de agua.....	2-1
2.1.2 Instalaciones de Transmisión y Distribución de agua .....	2-2
2.1.3 Conexiones de servicio.....	2-5
2.2 COORDINACIÓN CON OTRAS AGENCIAS FINANCIERAS (DONANTES) .....	2-5
2.2.1 Programa del BID y Proyecto del Gobierno Español.....	2-6
2.2.2 Coordinación con los Proyectos patrocinados por Otros donantes .....	2-7
2.3 INSPECCIÓN DE CAMPO DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA .....	2-11
2.4 MEDICIONES DE CAMPO DE CAUDALES Y PRESIONES, FUGAS Y CALIDAD DEL AGUA .....	2-14
2.4.1 Mediciones de Caudales y Presiones .....	2-14
2.4.2 Estudio de Fugas .....	2-22
2.4.3 Análisis de la Calidad del Agua .....	2-33
2.5 ESTUDIO SOBRE CONSUMO Y USO RACIONAL DEL AGUA .....	2-44
2.5.1 Metodologías Utilizadas para los Estudios .....	2-44
2.5.2 Consumo de agua por Usuarios Domésticos .....	2-45
2.5.3 Consumo de agua por los Usuarios Industriales.....	2-46
2.5.4 Consumo de agua por los Usuarios Institucionales y Comerciales.....	2-47
2.5.5 Estudio sobre el concepto del buen uso de agua que poseen los Usuarios Domésticos .....	2-48
2.5.6 Usuarios domésticos en los Asentamientos de bajos ingresos .....	2-50
2.5.7 Evaluación General de la Encuesta a los Usuarios Domésticos.....	2-52
2.6 FUENTES DE AGUA.....	2-53
2.6.1 Condiciones Actuales de las Fuentes de Agua Utilizadas por ENACAL.....	2-53
2.6.2 Evaluación de los Pozos por el Tipo de Variación de los Niveles de Agua Subterránea.....	2-56
2.6.3 Evaluación de las Fuentes por la Calidad del Agua .....	2-60
2.6.4 Evaluación de la sostenibilidad de la Laguna Asososca.....	2-61
2.6.5 Evaluación de la Corrosión en el Revestimiento y Rejillas de los Pozos.....	2-63
2.6.6 Capacidad futura de las Fuentes de Agua Existentes .....	2-65
2.7 ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES .....	2-66
2.7.1 Administración del Sistema de Aguas Residuales existente .....	2-66
2.7.2 Trabajos de Mejoramiento en ejecución.....	2-67

2.8	ASPECTOS REGULADORES, INSTITUCIONALES Y ORGANIZACIONALES ..	2-68
2.9	ASPECTOS FINANCIEROS.....	2-74
2.9.1	Condiciones actuales de la Estructura del Sistema Financiero.....	2-74
2.9.2	Estado Financiero (resultados) del Sistema de Abastecimiento de Agua de la Ciudad de Managua.....	2-74
2.9.3	Características de la Dirección.....	2-81
2.9.4	Costo de producción de agua.....	2-84
2.9.5	Sistema Tarifario de Agua .....	2-84
2.9.6	Limitaciones Financieras para el Desarrollo Futuro .....	2-90
<b>3.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS Y LAS ESTRATEGIAS BÁSICAS PARA EL MEJORAMIENTO .....</b>	<b>3-1</b>
3.1	PERSPECTIVA GENERAL DE LOS PROBLEMAS ACTUALES Y LIMITACIONES .....	3-1
3.1.1	Problemas Sociales e Institucionales.....	3-1
3.1.2	Problemas financieros y restricciones .....	3-3
3.1.3	Problemas técnicos.....	3-9
3.2	ESTRATEGIAS BÁSICAS PARA EL MEJORAMIENTO .....	3-12
3.2.1	Objetivo General para el Plan de Mejoramiento a largo plazo.....	3-12
3.2.2	Estrategias básicas para el Mejoramiento .....	3-13
<b>4.</b>	<b>PLAN DE MEJORAMIENTO A LARGO PLAZO.....</b>	<b>4-1</b>
4.1	VALORACIÓN DEL FUTURO BALANCE DE AGUA .....	4-1
4.1.1	Población.....	4-1
4.1.2	Demanda de Agua .....	4-3
4.1.3	Balace hídrico.....	4-5
4.2	MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA.....	4-7
4.2.1	Objetivos del mejoramiento .....	4-7
4.2.2	Macro Sectorización.....	4-8
4.2.3	Sistema de transmisión y distribución propuesto .....	4-12
4.2.4	Resumen de los trabajos de mejoramiento propuestos.....	4-19
4.3	REHABILITACIÓN Y REUBICACIÓN DE LOS POZOS EXISTENTES .....	4-22
4.3.1	Rehabilitación de los pozos existentes .....	4-22
4.3.2	Reubicación de los pozos existentes .....	4-23
4.4	REDUCCIÓN DE FUGAS Y DESPERDICIO DE AGUA .....	4-26
4.4.1	Principales componentes de fugas y desperdicio de agua.....	4-26
4.4.2	Propuesta pro activa para el programa de control de fugas.....	4-28
4.4.3	Programas propuestos para disminuir el desperdicio de agua.....	4-30
4.4.4	Programa de Mejoras en los Asentamientos.....	4-33
4.4.5	Objetivos para la reducción de fugas y desperdicios.....	4-36
4.5	MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES Y DE LAS PROPUESTAS .....	4-37
4.5.1	Mantenimiento de los pozos.....	4-37
4.5.2	Mantenimiento de las instalaciones de Transmisión y distribución .....	4-37
4.6	FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD INSTITUCIONAL DEL ENACAL....	4-39
4.7	FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD FINANCIERA DE ENACAL .....	4-44
4.7.1	Administración del suministro de agua en Managua por ENACAL .....	4-44
4.7.2	Planificación Financiera para el Plan de Mejoramiento a Largo Plazo.....	4-44
4.7.3	Fortalecimiento de la capacidad financiera de ENACAL .....	4-49
4.8	DESARROLLO DE LA CAPACIDAD DE RECURSOS HUMANOS EN ENACAL .....	4-50
4.9	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS INCLUIDOS EN EL PLAN	

DE MEJORAMIENTO A LARGO PLAZO (PMLP) .....	4-53
4.9.1 Rehabilitación y Protección de las Fuentes de Agua Existentes .....	4-53
4.9.2 Reducción de fugas y pérdidas.....	4-53
4.9.3 Aumentar la Eficiencia en los Sistemas de Transmisión y Distribución de Agua.....	4-54
4.9.4 Establecimiento de una estructura financiera básica para el manejo de los servicios de agua en Managua .....	4-54
4.10 ESTIMACIÓN PRELIMINAR DE COSTOS DEL PLAN DE MEJORAMIENTO A LARGO PLAZO (PMLP) .....	4-59
4.10.1 Suposiciones utilizadas para la estimación de costos.....	4-59
4.10.2 Resultados de la estimación de costos.....	4-60
4.11 PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN Y DESEMBOLSO DEL PLAN DE MEJORAMIENTO A LARGO PLAZO (PMLP) .....	4-60
4.12 EVALUACIÓN DEL PLAN DE MEJORAMIENTO A LARGO PLAZO .....	4-65
4.12.1 Evaluación Económica y Financiera .....	4-65
4.12.2 Evaluación Social.....	4-74
4.12.3 Evaluación ingenieril.....	4-75
<b>5. PROYECTO PRIORITARIO .....</b>	<b>5-1</b>
5.1 SELECCIÓN DEL PROYECTO PRIORITARIO .....	5-1
5.2 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INFRAESTRUCTURA PROPUESTA.....	5-7
5.2.1 Diseño Preliminar de pozos.....	5-7
5.2.2 Incremento de la Eficiencia de los Sistemas de Transmisión y Distribución de Agua.....	5-9
5.3 ESTIMACION PRELIMINAR DE COSTOS PARA EL PROYECTO PRIORITARIO .....	5-22
5.4 PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN Y DESEMBOLSO DEL PROYECTO PRIORITARIO .....	5-23
5.5 EVALUACIÓN DEL PROYECTO PRIORITARIO.....	5-27
5.5.1 Evaluación Económica y Financiera del Proyecto Prioritario.....	5-27
5.5.2 Evaluación Social.....	5-35
5.5.3 Evaluación ingenieril.....	5-36
<b>6. CONSIDERACIONES AMBIENTALES Y SOCIALES .....</b>	<b>6-1</b>
6.1 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES DEL PROYECTO PROPUESTO .....	6-1
6.1.1 Descripción del Proyecto Propuesto.....	6-1
6.1.2 Descripción del Sitio del Proyecto .....	6-2
6.1.3 Matriz de Alcance Inicial .....	6-3
6.2 CONSULTA PÚBLICA .....	6-3
6.2.1 Identificación de los interesados .....	6-3
6.2.2 Reunión de los interesados.....	6-3
6.2.3 Medidas propuestas por los interesados que se consideraron e incorporaron en el proyecto propuesto.....	6-5
6.3 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS SOCIALES Y AMBIENTALES DEL PROYECTO PROPUESTO .....	6-7
6.3.1 Alcance de los Impactos Sociales y Ambientales del proyecto propuesto .....	6-7
6.3.2 Cuadros de Alcance de Impactos Potenciales (Final) .....	6-8
6.3.3 Consideración de Alternativas.....	6-11
6.4 CONSERVACIÓN DEL AGUA, REDUCCIÓN DE LAS CONEXIONES ILEGALES Y LA MEJORA DE LA RECUPERACIÓN DE COSTOS EN LOS ASENTAMIENTOS DE BAJOS INGRESOS ECONÓMICOS.....	6-12

6.4.1	Estrategias básicas.....	6-12
6.4.2	Roles de ENACAL.....	6-12
<b>7.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>7-1</b>
7.1	REDUCCIÓN DE LAS EXTRACCIONES DE LA LAGUNA DE ASOSOSCA .....	7-1
7.2	COORDINACIÓN CON OTROS DONANTES .....	7-1
7.3	MÉTODOS DE LA MICRO-SECTORIZACIÓN .....	7-2
7.4	REDUCCIÓN DE LAS FUGAS Y PÉRDIDAS.....	7-2
7.5	POBLACIÓN EN EL ÁREA DEL ESTUDIO.....	7-3

## Lista de Cuadros

<b>Cuadro</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
Cuadro 2.1.1	Producción Estimada de las Fuentes de Agua existentes (m <sup>3</sup> /d) .....	2-1
Cuadro 2.1.2	Longitud de la Tubería Existente (metros) por tipo de material.....	2-4
Cuadro 2.2.1	Principales Proyectos Emprendidos por Otras Agencias en Managua.....	2-6
Cuadro 2.2.2	Componentes de los proyectos a ser financiados por el BID y el Gobierno Español.....	2-9
Cuadro 2.3.1	Detalles de las Visitas de Campo.....	2-13
Cuadro 2.4.1	Resultados del Estudio de Fugas.....	2-24
Cuadro 2.4.2	Estado de las conexiones en los 10 Micro Sectores .....	2-28
Cuadro 2.4.3	Ubicación de los puntos de muestreo seleccionados para las Fuentes de Agua Existentes .....	2-33
Cuadro 2.4.4	Ubicación de los puntos de muestreo para las potenciales (probables) fuentes de Agua.....	2-34
Cuadro 2.4.5	Ubicación de los puntos de muestreo seleccionados para la red en llaves (grifos).....	2-34
Cuadro 2.4.6	Parámetros de Calidad de Agua que fueron analizados en el presente estudio .....	2-37
Cuadro 2.4.7	Resultados de Análisis de Calidad de Agua en las Fuentes de Agua Existentes.....	2-38
Cuadro 2.4.8	Resultados de Análisis de Calidad de Agua en las Fuentes Potenciales de Agua.....	2-41
Cuadro 2.4.9	Resultados de Calidad de Agua de las llaves (red).....	2-42
Cuadro 2.4.10	Clasificación de los pozos existentes por su concentración de Arsénico .....	2-43
Cuadro 2.5.1	Registro del Consumo de los últimos 12 de Meses (m <sup>3</sup> /mes) .....	2-46
Cuadro 2.5.2	Voluntad de Pago de los Usuarios .....	2-49
Cuadro 2.5.3	Ingreso Mensual de los Usuarios en Asentamientos .....	2-50
Cuadro 2.5.4	Voluntad de Pago en Asentamientos.....	2-51
Cuadro 2.6.1	Tipo de Variación de los Niveles de Agua.....	2-58
Cuadro 2.6.2	Sitios de la Prueba y Programación de las mediciones .....	2-63
Cuadro 2.6.3	Capacidad Futura de Suministro (m <sup>3</sup> /día) .....	2-65
Cuadro 2.7.1	Proyectos en ejecución en Managua .....	2-67
Cuadro 2.9.1	Balance General (B/G) del Suministro de Agua y Alcantarillado Sanitario en ENACAL: 2001-2003 .....	2-75
Cuadro 2.9.2	Cuadro de ganancias y pérdidas (G/P) de los servicios de abastecimiento de agua y alcantarillado sanitario en ENACAL:2001-2003.....	2-77
Cuadro 2.9.3	Cuadro de Flujo de Caja (F/C) o Fondos en ENACAL para los servicios de abastecimiento de agua y alcantarillado: 2001-2003.....	2-78
Cuadro 2.9.4	Estado Financiero del servicio de abastecimiento de agua en la ciudad de Managua:2001-2003 .....	2-80
Cuadro 2.9.5	Índices Gerenciales del Servicio de Abastecimiento de Agua en la Ciudad de Managua: 2001 al 2003.....	2-83
Cuadro 2.9.6	Precio Unitario y Costo de Producción del Agua en la Ciudad de Managua: 2001-2003.....	2-85
Cuadro 2.9.7	Tarifa de Agua: 2004 .....	2-86
Cuadro 2.9.8	Cargo por instalación de medidor de agua: 2004 .....	2-87
Cuadro 2.9.9	Promedio nacional del precio del agua.....	2-88
Cuadro 3.1.1	Nivel de Recuperación de Costos.....	3-4
Cuadro 3.1.2	Nivel de Recuperación de Costos y Capacidad de la Empresa .....	3-5
Cuadro 3.2.1	Detalle de las políticas y metas para el PMLP .....	3-15
Cuadro 4.1.1	Población actual e Índice de crecimiento de Población en Nicaragua .....	4-1

Cuadro 4.1.2	Población estimada en el área de estudio .....	4-2
Cuadro 4.1.3	Proyección de la Población 2004-2015 .....	4-3
Cuadro 4.1.4	Registro de Consumo de Agua de usuarios Domiciliarios y No-domiciliarios en el 2003 .....	4-4
Cuadro 4.1.5	Resumen de la Proyección de la demanda de agua en este estudio.....	4-5
Cuadro 4.2.1	Agua a transmitirse desde el Sistema Managua I.....	4-16
Cuadro 4.2.2	Demanda Futura de Agua para Ticuantepe y Nindiri .....	4-16
Cuadro 4.2.3	Medidas contra pozos que tienen alta concentración de Arsénico .....	4-19
Cuadro 4.3.1	Plan de Rehabilitación para el campo de pozos Managua I y II.....	4-22
Cuadro 4.3.2	Clasificación de bombas basándose en los años de uso y la urgencia de reemplazo .....	4-23
Cuadro 4.3.3	Cantidad de pozos a renovarse .....	4-23
Cuadro 4.3.4	Capacidad de Producción de los 3 pozos a ser reubicados.....	4-23
Cuadro 4.3.5	Actual capacidad de producción de 4 pozos del Macro sector de Villa Austria a ser reubicados .....	4-24
Cuadro 4.4.1	Clasificación de Asentamientos por las condiciones relativas al agua.....	4-33
Cuadro 4.4.2	Indicadores del Nivel de fuga en Managua y el criterio provisional recomendado para el Suministro de Agua en Managua .....	4-36
Cuadro 4.5.1	Contenidos del Plan de Monitoreo .....	4-37
Cuadro 4.5.2	Mantenimiento de las Instalaciones .....	4-38
Cuadro 4.7.1	Nueva propuesta de Tarifa como Plan tentativo .....	4-45
Cuadro 4.9.1	Rehabilitación y Protección de las Fuentes de Aguas Existentes (1/2) .....	4-55
Cuadro 4.9.1	Rehabilitación y Protección de las Fuentes de Aguas Existentes (2/2) .....	4-56
Cuadro 4.9.2	Reducción de las Fugas y Pérdidas (1/2).....	4-56
Cuadro 4.9.2	Reducción de las Fugas y Pérdidas (2/2).....	4-57
Cuadro 4.9.3	Aumentar la Eficiencia en los Sistemas de Transmisión y Distribución de Agua.....	4-58
Cuadro 4.9.4	Establecimiento de una estructura financiera básica para el manejo de los servicios de agua en Managua .....	4-59
Cuadro 4.10.1	Estimación preliminar de costos del PMLP (US\$ 1,000).....	4-60
Cuadro 4.11.1	Programa de implementación y desembolsos del PMLP (1/4).....	4-61
Cuadro 4.11.1	Programa de implementación y desembolsos del PMLP (2/4).....	4-62
Cuadro 4.11.1	Programa de implementación y desembolsos del PMLP (3/4).....	4-63
Cuadro 4.11.1	Programa de implementación y desembolsos del PMLP (4/4).....	4-64
Cuadro 4.12.1	Beneficio Económico del proyecto propuesto.....	4-67
Cuadro 4.12.2	Costos económicos del Plan de Mejoramiento a Largo Plazo.....	4-68
Cuadro 4.12.3	Costos y Beneficios Económicos del Plan de Mejoramiento a Largo Plazo...	4-69
Cuadro 4.12.4	Consumo promedio y cobro del agua en el 2006 y 2015 .....	4-71
Cuadro 4.12.5	Costos Financieros del Plan de Mejoramiento a Largo Plazo .....	4-71
Cuadro 4.12.6	Costos y Beneficios Financieros del Plan de Mejoramiento a Largo Plazo ....	4-73
Cuadro 4.12.7	Resumen de la evaluación ingenieril sobre el Plan de Mejoramiento a Largo Plazo.....	4-76
Cuadro 5.1.1	Proyecto Prioritario (1/4) .....	5-2
Cuadro 5.1.1	Proyecto Prioritario (2/4) .....	5-3
Cuadro 5.1.1	Proyecto Prioritario (3/4) .....	5-5
Cuadro 5.1.1	Proyecto Prioritario (4/4) .....	5-6
Cuadro 5.3.1	Estimación Preliminar de Costos del Proyecto Prioritario (US\$ 1,000) .....	5-22
Cuadro 5.4.1	Programa de implementación y desembolsos del Proyecto Prioritario (1/4) ..	5-23
Cuadro 5.4.1	Programa de implementación y desembolsos del Proyecto Prioritario (2/4) ..	5-24
Cuadro 5.4.1	Programa de implementación y desembolsos del Proyecto Prioritario (3/4) ..	5-25
Cuadro 5.4.1	Programa de implementación y desembolsos del Proyecto Prioritario (4/4) ..	5-26
Cuadro 5.5.1	Beneficios Económicos del proyecto Propuesto .....	5-28
Cuadro 5.5.2	Costos Económicos del Proyecto Prioritario .....	5-29

Cuadro 5.5.3	Costos Económicos y Flujo de Beneficios del Proyecto Prioritario.....	5-30
Cuadro 5.5.4	Consumo promedio de agua y Cargos por el Servicio para usuarios comunes en el 2006 y 2010 .....	5-31
Cuadro 5.5.5	Costos Financieros del proyecto prioritario .....	5-32
Cuadro 5.5.6	Costos Financieros y Flujo de Beneficios del Proyecto Prioritario.....	5-33
Cuadro 5.5.7	Evaluación de Ingeniería para la O y M e Implementación de Obras de Mejoramiento .....	5-36
Cuadro 6.1.1	Descripción del Proyecto Propuesto.....	6-1
Cuadro 6.1.2	Descripción del sitio del Proyecto.....	6-2
Cuadro 6.2.1	Participantes en la reunión de interesados.....	6-3
Cuadro 6.3.1	Matrix de Alcance (Final) .....	6-8
Cuadro 6.3.2	Lista de Chequeo (Final) .....	6-9
Cuadro 6.3.3	Resumen de Impactos Potenciales (Final).....	6-10
Cuadro 6.3.4	Resumen de Alternativas.....	6-11
Cuadro 6.3.5	Comparación de Alternativas .....	6-11

## Lista de Figuras

<b>Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
Figura 2.1.1	Principales Instalaciones para Abastecimiento de Agua en la Ciudad de Managua .....	2-3
Figura 2.2.1	Cronograma de los Proyectos del BID y Gobierno Español .....	2-10
Figura 2.3.1	Organigrama Existente .....	2-12
Figura 2.4.1	Ubicación de los puntos de Medición de Caudales .....	2-16
Figura 2.4.2	Modelo de Flujo en el Área de Estudio .....	2-17
Figura 2.4.3	Ubicación de los puntos de Medición de Presiones .....	2-19
Figura 2.4.4	Áreas con Suministro de Agua Pobre.....	2-20
Figura 2.4.5	Resultados de las Mediciones de Caudales para el Sistema Managua I.....	2-21
Figura 2.4.6	Indices de fugas en los Diez Micro Sectores Inspeccionados .....	2-23
Figura 2.4.7	Niveles de Fugas Promedio en las Zonas Diferentes de Managua.....	2-25
Figura 2.4.8	Efectividad de la Detección y Trabajos de reparación de fugas en los 3 Micro Sectores Seleccionados .....	2-26
Figura 2.4.9	Porcentaje de Conexiones Problemáticas en cada micro sector .....	2-27
Figura 2.4.10	Incidencia de Conexiones Ilegales comparada con las Proporciones promedio de fugas en las Zonas de diferente elevación topográfica .....	2-29
Figura 2.4.11	Consumo per Cápita en los 10 Microsectores .....	2-30
Figura 2.4.12	Uso Actual del Agua en Managua .....	2-32
Figura 2.4.13	Ubicación de los puntos de muestreo para las fuentes de agua existentes y agua de la red (llaves).....	2-35
Figura 2.4.14	Ubicación de los puntos de muestreo para las fuentes potenciales de agua ....	2-36
Figura 2.5.1	Estado de la Medición de Agua.....	2-45
Figura 2.5.2	Condición del Suministro de Agua.....	2-46
Figura 2.5.3	Uso del Agua en el Sector Industrial .....	2-47
Figura 2.5.4	Tipo de Reclamos (quejas) para los Servicios que ENACAL presta y para todo Tipo de Usuarios.....	2-48
Figura 2.5.5	Nivel de satisfacción de la Lectura de los medidores.....	2-49
Figura 2.6.1	Distribución de los pozos existentes en el Área de Estudio .....	2-55
Figura 2.6.2	Producción Anual (1990 - 2003) .....	2-56
Figura 2.6.3	Ejemplo del Análisis de la Fluctuación de los Niveles Agua Subterránea a causa de la Variación de las Precipitaciones.....	2-57
Figura 2.6.4	Distribución de los pozos en dependencia del tipo de retraso en	

	tiempo, después de la precipitación.....	2-59
Figura 2.6.5	Comparación de los Niveles de Agua de la Laguna de Asososca y el Lago de Managua .....	2-61
Figura 2.6.6	Límite Inferior de Descarga o extracción de la Laguna de Asososca.....	2-62
Figura 2.6.7	Resultados de las Pruebas de Corrosión.....	2-65
Figura 2.8.1	Organización de CONAPAS .....	2-69
Figura 2.8.2	Organización de la IAA.....	2-70
Figura 2.8.3	Organigrama de ENACAL.....	2-72
Figura 2.8.4	Estructura Nacional Institucional del sector Agua y Saneamiento.....	2-73
Figura 2.9.1	Desempeño empresarial de ENACAL, Ciudad de Managua y el servicio de abastecimiento de agua en la ciudad de Managua para el año 2003.....	2-81
Figura 2.9.2	Transición del desempeño operacional del servicio de abastecimiento de agua en la Ciudad de Managua: 2001 - 2003 .....	2-82
Figura 2.9.3	Cargo de Agua actual por categoría tarifaria .....	2-87
Figura 2.9.4	Tendencia del Precio Promedio de Agua y el IPC.....	2-89
Figura 2.9.5	Cargos de agua de los hogares de clase media por área de servicio: 2004.....	2-90
Figura 3.1.1	Circulo Vicioso de la Operación del Servicio de Agua .....	3-4
Figura 3.2.1	Estrategias básicas adoptadas para el desarrollo del PMLP .....	3-14
Figura 4.1.1	Tasa de crecimiento anual de Población.....	4-3
Figura 4.1.2	Capacidad de producción sostenible versus la demanda de agua.....	4-6
Figura 4.1.3	Demanda de agua sin la deducción de agua no efectiva .....	4-7
Figura 4.2.1	Area de Servicio con suministro deficiente.....	4-8
Figura 4.2.2	Macro-sectorización en el Area de Estudio .....	4-10
Figura 4.2.3	Sistema esquemático de suministro de agua para cada macrosector en el año 2015 .....	4-11
Figura 4.2.4	Propuesta de las instalaciones de Transmisión y Distribución en Sierra Maestra.....	4-13
Figura 4.2.5	Instalaciones de Transmisión y Distribución propuestas en Esquipulas y Las Jaguitas .....	4-15
Figura 4.2.6	Sistema de Suministro de Agua en Ticuantepe y Nindirí .....	4-17
Figura 4.2.7	Sistema de Transmisión hacia el tanque San Cristobal .....	4-18
Figura 4.2.8	Resumen del Sistema de Transmisión y Distribución Propuesto .....	4-21
Figura 4.3.1	Reubicación de 3 pozos en la Zona Baja.....	4-24
Figura 4.3.2	Reubicación de 4 pozos del Macro sector de Villa Austria .....	4-25
Figura 4.4.1	Pérdidas de agua Físicas y Comerciales.....	4-27
Figura 4.4.2	Niveles de fugas de 10 Micro sectores expresados en Términos de Litros por Conexión por Hora .....	4-29
Figura 4.4.3	Programación típica para el trabajo del estudio de fugas .....	4-30
Figura 4.6.1	Secciones de Fuga, Conexiones, Facturación y Asentamientos .....	4-42
Figura 4.7.1	Utilidades y Pérdidas de los Servicios de Suministro de Agua: 2005 - 2015..	4-47
Figura 4.7.2	Ganancias y Pérdidas de los Servicios de Suministro de Agua (Caso 2): 2005-2015 .....	4-48
Figura 5.2.1	Diseño Preliminar de los Pozos.....	5-8
Figura 5.2.2	Macro Sectorización del Área de Estudio .....	5-9
Figura 5.2.3	Diagrama Standard Válvulas de Aislamiento .....	5-10
Figura 5.2.4	Separación del Área de San Judas en Dos Macro Sectores.....	5-11
Figura 5.2.5	Infraestructura propuesta de Transmisión y Distribución en Sierra Maestra ..	5-12
Figura 5.2.6	Diagrama Standard de los Detalles típicos de una Zanja .....	5-13
Figura 5.2.7	Diseño Preliminar del Tanque Sierra Maestra .....	5-14
Figura 5.2.8	Sistema propuesto de Transmisión y Distribución en Esquipulas y Las Jagüitas .....	5-15
Figura 5.2.9	Infraestructura propuesta de Transmisión y Distribución en Esquipulas .....	5-16
Figura 5.2.10	Diseño Preliminar del Tanque Esquipulas.....	5-17

Figura 5.2.11	Instalaciones de Distribución Propuestas en Las Jagüitas .....	5-18
Figura 5.2.12	Diseño Preliminar del Tanque Las Jagüitas.....	5-19
Figura 5.2.13	Sistema de Abastecimiento en Ticuantepe y Nindirí.....	5-20
Figura 5.2.14	Infraestructura de Transmisión y Distribución para el área de Nindirí .....	5-21

## Siglas y Abreviaturas

<b>Inglés</b>	<b>Español</b>	<b>Significado en Español</b>
ACDI	ACDI	Agencia Canadiense para el Desarrollo Institucional
AIPU	PUMA	Programa de Unidad para Mejoras de Asentamiento
ALMA	ALMA	Alcaldía de Managua
AMAT	AMAT	Empresa Aguadora de Matagalpa
AMUNIC	AMUNIC	Asociación de Municipios de Nicaragua
ANC	ANC	Agua No Contabilizada
ANISA	ANISA	Asociación Nicaragüense de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Capítulo de Nicaragua de AIDIS"
AN	AN	Asamblea Nacional
ASDI	ASCI	Agencia Sueca de Cooperación Internacional
ATP	APP	Capacidad de pago
BCIE	BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica
BID	BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BIRF, BM	BIRF, BM	Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, Banco Mundial
BCN	BCN	Banco Central de Nicaragua
BOD	DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
B/C	C/B	Razón Costo - Beneficio
C\$	C\$	Córdoba (Moneda de Nicaragua)
CABEI	BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica
CAPS	CAPS	Comité de Agua Potable y Saneamiento
CAPRE	CAPRE	Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana
CEPIS	CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de OPS
CI	Ho.Fo.	Hierro Fundido
CIDA	ACDI	Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional
CIRA	CIRA	Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua
CMBU	MUUF	Medición del Usuario y Unidad de Facturación
CNRH	CNRH	Comisión Nacional de Recursos Hidráulicos
COD	DQO	Demanda Química de Oxígeno
CONAPAS	CONAPAS	Comisión Nacional de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario
COSUDE	COSUDE	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
DI	HoD	Hierro Dúctil
DO	OD	Oxígeno Disuelto
DELUX	DULUX	Ducado de Luxemburgo
E & M	E-M	Electro - Mecánica
EBIT	GAI	Ganancias Antes de Interés e Impuestos

EBITDA	GAIIDA	Ganancias Antes del Interés, Impuestos, Depreciación y Amortización
EIA	EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
EIRR	TIR-E	Tasa Interna de Retorno Económica
ENACAL	ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
ENTRESA	ENTRESA	Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica, S.A.
EMAJIN	EMAJIN	Empresa Aguadora de Jinotega
ENEL	ENEL	Empresa Nicaragüense de Electricidad
EPA, USEPA	USEPA	Agencia de Protección del Medioambiente de los Estados Unidos
EU	UE	Unión Europea
EUR	EUR	Euro (Moneda de la Unión Europea)
FAD	FAD	Fondo de Ayuda al Desarrollo
FIRR	TIR-F	Tasa Interna de Retorno - Financiera
FISE	FISE	Fondo de Inversión Social de Emergencia
FMI (IMF)	FMI	Fondo Monetario Internacional
FY	AF	Año Fiscal
GDP	PDB	Producto Domestico Bruto
GI	HoGo	Hierro Galvanizado
GIS	SIG	Sistema de Información Geográfica
gpm	gpm	Unidad Americana, galón por minuto (equivale a 3.785 litros por minuto)
GPS	GPS	Sistema de Posicionamiento Global
GRN	GRN	Gobierno de la República de Nicaragua
GTZ	GTZ	Cooperación Técnica Alemana
HDPE	POAD	Polietileno de Alta Densidad
HRD	DRH	Desarrollo de los Recursos Humano
HWL	NAA	Nivel de Alto de Agua
IAA	IAA	Intendencia de Acueductos y Alcantarillado
IBRD	BIDR	Banco Internacional para el Desarrollo y Reconstrucción
ICB	DCI	Declaración Competitiva Internacional
ICCU	UCCI	Unidad de Control de Conexiones Ilegales
IDA	AID	Asociación Internacional de Desarrollo
IDB	BID	Banco Interamericano de Desarrollo
IDC	IDE	Interés durante la Ejecución
IDR	IDR	Instituto de Desarrollo Rural
IEE	IIA	Inspección Inicial Ambiental
In	plg.	Pulgada
INAA	INAA	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado
INATEC	INATEC	Instituto Nacional Tecnológico
INIFOM	INIFOM	Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal
INE	INE	Instituto Nicaragüense de Energía
INEC	INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INETER	INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
INTUR	INTUR	Instituto Nicaragüense de Turismo
IVA	IVA	Impuesto al Valor Agregado
JBIC	JBIC	Banco Japonés para la Cooperación Internacional
JICA	JICA	Agencia Japonesa de Cooperación Internacional
JPY		Moneda del Japón (Yen)
KfW	KfW	Agencia Financiera de Cooperación Alemana
kV	kV	Kilovoltio
LAU	URF	Unidad de Reducción de Fugas
LCB	LL	Licitación Local

LIDECONIC	LIDECONIC	Liga para la Defensa del Consumidor en Nicaragua
lpcd	lppd	Litros por persona por día
LRMC	CMLP	Costo Marginal de largo plazo
MAGFOR	MAGFOR	Ministerio Agropecuario y Forestal
MARENA	MARENA	Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales
MCM	MMC	Millones de Metros Cúbico
MHCP	MHCP	Ministerio de Hacienda y Crédito Público
MIFIC	MIFIC	Ministerio de Fomento de Industria y Comercio
MINREX	MINREX	Ministerio de Relaciones Exteriores
MINSA	MINSA	Ministerio de Salud
mg/l	mg/l	Miligramos por litro
MLD	MLD	Millones de Litros por Día
MMC	MMC	Millones de Metros Cúbico
MNF	FMN	Flujo Mínimo Nocturno
MPa	MPa	Mega Pascal
MTI	MTI	Ministerio de Transporte e Infraestructura
MW	Mv	Megavatio
NDF (FDN)	FND	Fondo Nórdicos para el Desarrollo
NGO	ONG	Organismo No Gubernamental
MPN	NMP	Número más Probable
NPV	VAN	Valor Actual Neto
NRW	ANC	Agua No Generadora de Ingresos
NTON	NTON	Normas Técnicas Obligatorias en Nicaragua
WHO	OMS	Organización Mundial de la Salud
ODA	AOD	Asistencia Oficial para el Desarrollo
OECD	OCED	Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo
OPEC	OPEP	Organización de Países Exportadores de Petróleo
OPS	OPS	Organización Panamericana de la Salud
O & M	O y M	Operación y Mantenimiento
PAHO	OPS	Organización Panamericana de la Salud
PE		Polietileno
PED	PGD	Plan Gerencial para el Desarrollo
PFI	PRI	Plan para el Reforzamiento Institucional
PIU	UEP	Unidad Ejecutora del Proyecto
PND	PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNUD	PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
ppm	ppm	Partes por millón
ppb	ppb	Partes por billón
psi	psi	Libras por Pulgada Cuadrada
p.a	p.a	Por año
PSP	PSP	Participación del Sector Privado
PRSP	PERP	Plan Estratégico para la Reducción de la Pobreza
PPT	PP	Proyecto Prioritario (propuesto en el presente estudio)
LIP	PMLP	Plan de Mejoramiento a Largo Plazo (propuesto en el presente estudio)
PVC	PVC	Cloruro de Polivinilo
RAAN	RAAN	Región Autónoma del Atlántico Norte
RAAS	RAAS	Región Autónoma del Atlántico Sur
RASNIC	RASNIC	Red de Agua y Saneamiento de Nicaragua
SCADA	SCADA	Control Supervisor y Adquisición de Datos
SCF	FEC	Factor Estándar de Conversión
SER	TCP	Tasa de Cambio Paralela
SECEP	SECEP	Secretaría de Coordinación y Estrategia de la Presidencia

SGPRS	ERCRP	Estrategia Reforzada para Crecimiento y Reducción de la Pobreza
SIAF	SIAF	Sistema de Información Administrativa Financiera
SIDA	ASDI	Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional
SINAPRED	SINAPRED	Sistema Nacional de Prevención, Mitigación y Atención de Desastres
SISEP	SISEP	Superintendencia de Servicios Públicos
STP	PTAS	Planta de Tratamiento de Alcantarillado Sanitario
SWISS-AID		Agencia para el Desarrollo Internacional Suiza
TELCOR	TELCOR	Telecomunicaciones y Correo de Nicaragua
TOR	TDR	Términos de Referencia
TWL	NRA	Nivel de Rebose de Agua
UE	UE	Unión Europea
UFW	ANC	Agua No Contabilizada
U.K.	RU	Reino Unido
UNAN	UNAN	Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UNDP	PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
UNICEF	UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
U.S.A.	E.U.A.	Estados Unidos de América
USAID	USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
US\$	US \$	Dólar de los Estados Unidos
WHO	OMS	Organización Mundial de la Salud
WS&S	AP y S	Agua Potable y Saneamiento
WTP	VDP	Voluntad de Pago
Xolotlan	Xolotlan	Nombre del Lago conocido como Lago de Managua

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

Este documento constituye el Volumen VI: 'Informe Principal' del Informe Final del "Estudio de Desarrollo para el Abastecimiento de Agua Potable a Mediano y Largo Plazo de la Ciudad de Managua en la República de Nicaragua" (denominado de aquí en adelante el " Estudio"), iniciado en julio de 2004 por el equipo de consultores (llamado de aquí en adelante "Equipo de Estudio") bajo los auspicios de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (nominada de aquí en adelante "JICA") con los objetivos principales de (i) formular un plan de mejoramiento a largo plazo para el sistema de abastecimiento de agua en Managua hasta el año 2015, y (ii) identificar proyectos prioritarios que serán implementados a corto y mediano plazo. La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (denominada de aquí en adelante "ENACAL") es la empresa estatal responsable del abastecimiento de agua y los servicios de manejo de agua residual en el área de Estudio, y es el organismo ejecutor del Estudio. El área de Estudio comprende el área administrativa entera de la ciudad de Managua y también las áreas urbanas de Ticuantepe y Nindirí que están ubicadas a lo largo de la Carretera Masaya. La JICA y la ENACAL aceptaron implementar el Estudio al firmar la "Minuta de Reunión sobre el Alcance de Trabajos para el Estudio" en Managua el 2 de marzo de 2004.

El Equipo de Estudio empezó su primer trabajo de campo en Nicaragua el 19 de julio de 2004. Desde entonces hasta mediados de octubre de 2004, el Equipo de Estudio concentró sus esfuerzos para recopilar los datos e informaciones relacionados con el servicio de agua existente en Managua. Esos esfuerzos incluían las inspecciones en campo sobre la infraestructura existente de abastecimiento de agua y varias reuniones con directores de diferentes departamentos de la ENACAL, los presidentes del INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados) y de la CONAPAS (Comisión Nacional de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario y Saneamiento), y los representantes locales de agencias donantes multilaterales y bilaterales que han proporcionado las asistencias a la ENACAL como JICA, BID (Banco Interamericano de Desarrollo), AECI (Oficina Técnica de Cooperación, Embajada de España en Nicaragua), Consejero Económico Comercial de la Embajada de España y KfW (Agencia KfW para Centroamérica). Mientras tanto, el Equipo de Estudio también realizó varias investigaciones de campo y trabajos de medición a fin de obtener información adicional sobre las condiciones existentes del servicio de agua en Managua. En ellos, se incluían: investigaciones de fugas/pérdidas de agua en 10 áreas seleccionadas; mediciones de los flujos y presiones en más de 25 ubicaciones en la red de distribución; estudios de consumo de agua y conciencia por selección al azar sobre 450 usuarios domésticos, 100 usuarios comerciales/institucionales y 50 usuarios industriales; y muestreo de la calidad de agua y análisis de muestras tomadas de fuentes de agua potenciales y existentes y de 10 grifos domésticos seleccionados al azar que están dentro del sistema de distribución existente.

En octubre de 2004, el Equipo de Estudio preparó el Informe Intermedio y lo entregó a la JICA y a la ENACAL. El Informe presentó el progreso del Estudio hecho hasta mediados de octubre de 2004 y las evaluaciones iniciales hechas por el Equipo de Estudio sobre varios problemas técnicos y financieros e institucionales que rodean en torno al servicio de agua existente en Managua. Basándose a dichas evaluaciones, el Informe también presentó las recomendaciones del Equipo de Estudio sobre políticas y estrategias básicas para la formulación de un plan de mejoramiento a largo plazo del sistema de abastecimiento de agua en Managua hasta el año 2015. El Equipo de Estudio hizo las presentaciones del Informe mediante datashow para la dirección de ENACAL y los representantes de otras agencias gubernamentales, como INAA, INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales) y FISE (Fondo de Inversión Social de Emergencia), en Managua el 28 y el 29 de octubre de 2004. En una reunión sostenida en

Managua el 20 de enero de 2005 con los miembros del comité de conducción del Estudio, el Equipo de Estudio también entregó el resultado del Estudio y las estrategias básicas para la formulación de un plan de mejoramiento de abastecimiento de agua a largo plazo. Los comentarios recibidos de participantes durante estas reuniones de presentación se convirtieron en contribuciones valiosas en etapas subsiguientes del Estudio y en la preparación de los informes del estudio.

Se detectaron niveles de arsénico relativamente altos y concentraciones de plomo en algunas de las 10 fuentes existentes que fueron sujetas a análisis de calidad de agua durante los primeros trabajos de campo en Nicaragua. En este sentido, se llegó a un consenso entre los interesados que este es un asunto que directamente afecta la seguridad del suministro de agua y por lo tanto se debería realizar análisis complementarios de calidad de agua, cubriendo un mayor número de pozos existentes en el área de estudio durante los segundos trabajos de campo en Nicaragua para determinar el alcance del problema. Los interesados también acordaron que el plan de mejoramiento a largo plazo y el proyecto prioritario propuesto en el Informe Final debía revisarse y ser completado tomando en consideración los resultados de los análisis complementarios de la calidad del agua.

El segundo trabajo de campo en Nicaragua inició en Julio de 2005 e incluyó análisis complementarios de calidad de agua que examinaban concentraciones de arsénico y plomo en un gran número de pozos existentes dentro del área de estudio. Tomando como base los resultados de los análisis se revisó y terminó el plan de mejoramiento a largo plazo y el proyecto prioritario y finalmente fue elaborado este Informe Final.

El Informe Final incluye un total de seis volúmenes tal y como se enumeran a continuación:

Volumen I	: Sumario Ejecutivo (versión en inglés)
Volumen II	: Informe Principal (versión en inglés)
Volumen III	: Informe Complementario – Parte 1 (versión en inglés)
Volumen IV	: Informe Complementario – Parte 2 (versión en inglés)
Volumen V	: Sumario Ejecutivo (versión en español)
Volumen VI	: Informe Principal (versión en español)

En los comienzos de la década de los 90, JICA realizó un estudio similar llamado "El Estudio sobre Proyecto de Abastecimiento de Agua en Managua" con el objeto de desarrollar nuevas fuentes de agua urgentemente y mitigar la escasez de agua en la ciudad capital, la cual fue causada por una afluencia inmensa de la población durante y después la guerra civil en la década de los 80. Este estudio que terminó en 1993 recomendó los esquemas de desarrollo de aguas subterráneas a mediano y largo plazo que incluían el desarrollo de nuevos campos de pozos en dos ubicaciones en el sureste de la ciudad. Basándose en la recomendación, JICA implementó posteriormente dos proyectos de cooperación financiera no reembolsable denominados "Proyecto Managua I" y "Proyecto Managua II" respectivamente. Fueron terminados ambos proyectos en 1997 y 2000 respectivamente. En cada uno de estos proyectos, un nuevo campo de pozos y sus respectivas instalaciones de transmisión y distribución de agua fueron construidos. En forma combinada, estos dos campos de pozos están proporcionando aproximadamente una tercera parte del agua actualmente usada en la ciudad.

Se recomienda que ENACAL haga uso efectivo de este estudio realizado por JICA. Al respecto, se recomienda que ENACAL inicie un dialogo abierto con los donantes lo más pronto posible para discutir sobre su asistencia financiera para llevar a cabo el proyecto prioritario propuesto en este estudio. Se espera que al igual que en el estudio de JICA en 1993, este estudio provea la base para la posterior implementación del proyecto prioritario propuesto y por ello contribuya al mejoramiento de los servicios de agua en Managua, capital de Nicaragua.

## **CAPÍTULO 2**

# **SYSTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA EXISTENTE**

## CAPÍTULO 2

### SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA EXISTENTE

#### 2.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA EXISTENTE

Casi toda la población de Managua, que llega cerca al millón de habitantes, está siendo abastecida por el sistema de AP administrado y operado por ENACAL. A pesar de que las fuentes de agua disponibles son poco confiables la mayor parte de la población está consumiendo agua producida por ENACAL ya sea por medio de conexiones legales o ilegales. Sin embargo, ENACAL debido a varias limitaciones esta pasando dificultades en satisfacer la creciente necesidad de agua.

Desde el punto de vista técnico las principales limitaciones que afectan al ENACAL son las siguientes:

- Reducción de las capacidades de producción de las fuentes de aguas existentes.
- Tendencia al deterioro de la Calidad del Agua en algunos pozos y laguna de Asososca.
- Crecimiento de la demanda en las zonas altas y extensión de las áreas nuevas de desarrollo urbanístico hacia al sur a lo largo de la Carretera a Masaya, Ticuantepe y Nindirí.
- Dificultad para el suministro de agua en algunas zonas elevadas de la ciudad.
- Ineficiencia energética y deficiencias operacionales debido a la configuración muy complicada de la red existente de transmisión y distribución de agua.
- Aumento de las pérdidas debido a las fugas y el desperdicio de parte de los usuarios y consumo no controlado por medio de conexiones ilegales.
- Varios problemas relacionados con el agua en una cantidad en los asentamientos, tales como

##### 2.1.1 Fuentes e Instalaciones de Producción de agua

El suministro de agua para la ciudad de Managua es totalmente dependiente del Agua Subterránea en sus fuentes de producción. Las principales fuentes son El Campo de Pozos Managua I, el Campo de Pozos Managua II, el campo de pozos Las Mercedes y la laguna de Asososca. La Laguna de Asososca es una laguna cratérica del tipo caldera y casi no tiene ninguna área de la captación de agua superficial y su agua se deriva del agua subterránea. La producción total estimada por Gerencia de Operaciones es aproximadamente 380,000 m<sup>3</sup>/día. La producción diaria estimada de las principales fuentes se presenta en el **Cuadro 2.1.1**. Estas Principales Fuentes contribuyen en un 56% a la producción total. El número de pozos en servicio es de 114, y tres pozos están en construcción. La ubicación de las principales fuentes se muestra en la **Figura 2.1.1**. Además hay 4 pozos, que abastecen el área de Ticuantepe y Nindirí con una capacidad de la producción total de aproximadamente 6,600 m<sup>3</sup>/día.

**Cuadro 2.1.1 Producción Estimada de las Fuentes de Agua existentes (m<sup>3</sup>/d)**

Nombre de la Fuente	Producción (m <sup>3</sup> /d)	Descripción
Managua I	53,603	15 pozos
Managua II	45,667	16 pozos
Las Mercedes	56,050	13 pozos
Laguna de Asososca	56,516	
Otros pozos	167,553	70 pozos
Total	379,389	114 pozos + Asososca

Nota: El dato de producción corresponde al promedio durante el periodo entre año 2001 al 2004 exceptuando para la Laguna de Asososca (2001 – 2003).

Desde que muchos medidores se averiaron en los pozos de producción y las estaciones bombeo ENACAL ha descontinuado la lectura de estos. Los caudales de producción se estiman por medio de las horas de bombeo.

Las aguas de las fuentes son desinfectadas por medio de la desinfección con cloro y son bombeadas directamente a los consumidores o a través de las estaciones de bombeo. El tratamiento actual en el sistema de Managua es la desinfección por medio del uso de cloro gas así como de la solución de hipoclorito de sodio.

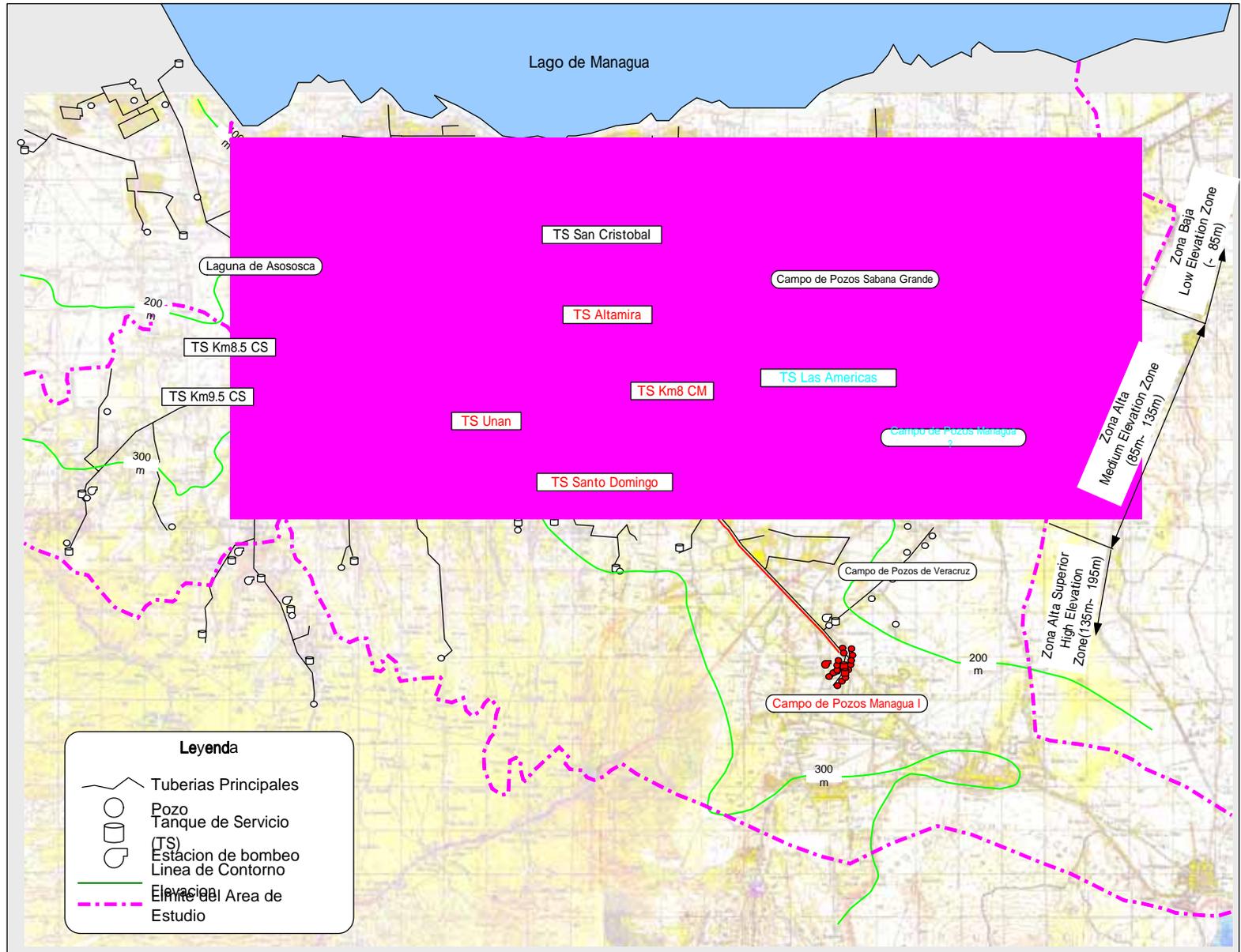
### **2.1.2 Instalaciones de Transmisión y Distribución de agua.**

Las elevaciones topográficas en el área de servicio varían de aproximadamente los +45 msnm un poco más de +300 msnm. El área de servicio esta dividida en tres zonas, llamadas, Zona Baja (por debajo de los +85 msnm), Zona Alta (entre los +85msnm a +135 msnm), Zona Alta Superior (por encima de los + 135msnm) tal como se muestra en la **Figura 2.1.1**.

Las aguas extraídas por bombeo de la Laguna de Asososca y los pozos son transmitidas y distribuidas a través de las redes de la distribución. La longitud total de las tuberías de transmisión y de distribución es aproximadamente unos 1,670 km. La configuración de las principales tuberías de transmisión y distribución y de los tanques de servicio también se muestra en la **Figura 2.1.1**.

Existen veinticinco (25) estaciones de bombeo principales y ochenta (80) tanques de almacenamiento y distribución, cuya capacidad o volumen total es de 57,521 m<sup>3</sup>, lo cual es equivalente a aproximadamente 4 horas de la media demanda o consumo promedio diario. El sistema es operado de tal forma que responde a la demanda por medio de un horario de bombeo.

Figura 2.1.1 Principales Instalaciones para Abastecimiento de Agua en la Ciudad de Managua



ENACAL lleva un registro apropiado de los caudales, niveles de los tanques y horas de operación de los equipos de bombeo de los pozos y de las bombas de transmisión y distribución, y los guarda la Sección de Estadística del Departamento de Explotación de la Gerencia de Operaciones. Los caudales, sin embargo, en su mayoría no son medidos directamente de medidores sino que son estimados con las horas de trabajo de la bomba inclusive cuando los medidores están disponibles.

Durante los años 90 se instalaron macro medidores en la red de distribución, la mayoría de estos se encuentran abandonados.

En la Ciudad de Managua la longitud total de tuberías instaladas, mayores de 40 mm de diámetro, se estima en unos 1,670 kilómetros, tal como se muestra en el **Cuadro 2.1.2**. Las tuberías mayores a los 300 mm de diámetro son principalmente de Hierro Fundido Dúctil (Ho. Fo. D) y las de menor de 300 mm de diámetro son principalmente de PVC y Asbesto Cemento.

**Cuadro 2.1.2 Longitud de la Tubería Existente (metros) por tipo de material**

Diámetro		PVC	Asbesto Cemento	Hierro Dúctil	Hierro Fundido	Acero Galvanizado	TOTAL
(pulg.)	(mm)						
3/4"	20	340	0	0	0	1,282	1,622
1"	25	11,504	0	0	0	197	11,701
2"	50	352,984	124	0	3,966	20,066	377,140
3"	75	68,281	53,332	0	7,699	0	129,312
4"	100	167,734	374,347	0	17,603	247	559,931
6"	150	53,587	179,914	84	14,347	0	247,932
8"	200	20,354	30,808	0	16,470	0	67,632
10"	250	0	1,500	4,645	1,776	0	7,921
12"	300	0	114,248	3,610	7,163	0	125,021
14"	350	0	0	7,350	0	0	7,350
16"	400	0	1,553	6,272	43,984	0	51,809
18"	450	0	0	812	0	0	812
20"	500	0	0	9,003	6,339	0	15,342
24"	600	0	0	1,751	22,173	0	23,924
28"	700	0	0	13,229	1,500	0	14,729
30"	750	0	0	120	2,835	0	2,955
32"	800	0	0	19,269	2,032	0	21,301
36"	900	0	0	0	3,634	0	3,634
40"	1000	0	0	512	1,098	0	1,610
Total		674,784	755,826	66,657	152,619	21,792	1,671,678

Fuente : Departamento de Agua Potable del ENACAL

En cuanto a las tuberías de Asbesto Cemento (AC), estas son aproximadamente un 40% de la longitud total de tubería, y más del 85% de dichas tuberías se instalaron antes de los años 80's.

En relación a la tubería de Asbesto Cemento (AC), esta representa aproximadamente el 40% de la longitud total de tubería instalada, y más del 85% de la tubería de AC se instaló antes de los años 80. Los diámetros de las tuberías de AC instaladas varían entre las 3" y 12" diámetro y de acuerdo a los registros de reparaciones de tubería del ENACAL en las tuberías referidas el número de dichas reparaciones ha sido poco significativo. Lo anterior puede ser atribuido al hecho que durante los trabajos de campo hechos durante el presente estudio, la mayoría de la tubería de AC observada estaba, en general, en buena forma y con recubrimiento apropiado.

El programa para la rehabilitación de válvulas y reemplazo de hidrantes comenzó en 1996 y durante la ejecución del mismo se reemplazaron 1,445 válvulas y 800 hidrantes entre los años 1996 y 1997. Además, el sistema SCADA (Control de Supervisión y Toma de Datos) fue instalado en 1998. Este sistema SCADA esta fuera de servicio debido a un accidente eléctrico causado por una tormenta eléctrica, este sistema tenía cubierto 16 pozos, 16 estaciones de rebombeo y

36 tanques de servicio (reservorios). El centro de mando de este sistema estaba localizado en el viejo edificio del ENACAL en la Carretera Norte. En la actualidad ENACAL tiene planeando reparar y reubicar el sistema en el edificio principal en ENACAL Central.

### 2.1.3 Conexiones de servicio

En Managua, hasta el año 2004, habían aproximadamente unas 170,000 conexiones. Del total de conexiones aproximadamente unas 114,000 tienen medición. El resto de las conexiones en asentamientos están conectados directos, es decir sin medición.

Los medidores están instalados en los derechos de vías de las calles fuera de las propiedades de los usuarios y están protegidos por cajas de concreto y la mayoría con tapas de hierro fundido. La mayoría de las acometidas domiciliarias son de PVC.

En 1996-1997, se reemplazaron 25,000 medidores domiciliarios en las zonas, 5, 6, 7 y 9. Recientemente ENACAL compró 27,000 nuevos medidores a través de un fondo del BID, pero la mayoría de ellos se instalarán en sistemas de abastecimiento de agua fuera de Managua. ENACAL utiliza varios tipos de medidores de agua. Aunque se habían reemplazado 25,000 medidores de agua, el resto de medidores viejos están aún en servicio. La cantidad promedio de medidores instalados para conexiones nuevas en los últimos 6 años entre 1996 a 2003 es de aproximadamente 1,296 conexiones por año. Suponiendo que se han instalado 1,300 medidores por año durante los últimos 10 años, se puede asumir que se han instalado unos 13,000 medidores en los últimos 10 años. De lo anterior se puede presumir que se han instalado un total de 38,000 medidores recientemente o se han reemplazado dentro de 10 años, y el resto unos 72,000 medidores (65% del total) tienen una edad de más de 10 años desde que estos fueron instalados.

AÑO	Conexiones nuevas
1998	1085
1999	1613
2000	1314
2001	1097
2002	1122
2003	1545
Promedio	1296

Fuente : Departamento de Agua Potable del ENACAL

La presión de agua en las zonas de baja elevación topográfica tiende a ser alta y a veces excesivamente alta causando el aumento del desperdicio de agua especialmente durante la noche. Con la finalidad de medir las fugas y el desperdicio de agua el ENACAL definió 265 micro sectores. Los micro sectores fueron definieron de tal forma que fueron áreas aislables donde todas las entradas de aguas hacia estos micro sectores pudieran ser medidos por medio de medidores maestros (macro medidores) instalados en los puntos de entrada. En 1998 se instalaron aproximadamente 50 micros medidores en asentamientos. La mayoría de estos medidores no están, sin embargo, siendo usados desafortunadamente debido al mal funcionamiento, y el programa de lectura de micros medidores se discontinuó desde el año 2002.

## 2.2 COORDINACIÓN CON OTRAS AGENCIAS FINANCIERAS (DONANTES)

Hoy en día las principales agencias financieras que manejan proyectos de ENACAL en la ciudad de Managua son el BID, Gobierno español, KfW y UE.

**Cuadro 2.2.1 Principales Proyectos Emprendidos por Otros Agencias en Managua**

NOMBRE DEL PROYECTO	AGENCIA	ESTADO ACTUAL	PRINCIPALES COMPONENTES
Programa de Modernización de la Administración de los Servicios de Agua y Alcantarillado	BID, OPEP	Licitación para la selección del Consultor	<ol style="list-style-type: none"> <li>Fortalecimiento empresarial del ENACAL</li> <li>Conexiones de AP y AS en Asentamientos de Managua</li> </ol>
Proyecto de Optimización del Sistema de Abastecimiento de Agua, Mejoramiento de la Macro y Micro medición de caudales, Planificación y Medio Ambiente	Gobierno de España	Preparación de la Licitación para la selección del Consultor	<ol style="list-style-type: none"> <li>Mejoramiento de la red de distribución en la zona baja de Managua.</li> <li>Obtención de medidores y sistema computacional para mejoramiento de la administración de los Clientes y las Instalaciones</li> </ol>
Programa de mejoramiento del saneamiento ambiental de la Ciudad y el Lago de Managua	IDB, KfW, NDF	La Fase I en ejecución. La Fase II en proceso de Licitación.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Construcción de una Planta de tratamiento de las ARD</li> <li>Construcción de colectoras, estaciones de bombeo e interceptoras de Alcantarillado Sanitario</li> </ol>
Proyecto Integrado Managua Periferia (Uno de los componentes del PRAAC)	UE	Implementándose.	Mejoramiento del Abastecimiento de agua en Ciudad Sandino.

De los proyectos arriba listados se considera que los proyectos que están estrechamente interrelacionados al presente Estudio son: el Programa del BID para Modernización de la Administración de los Servicios de Agua y Alcantarillado y el Proyecto financiado por el Gobierno Español para la Optimización del Sistema de Abastecimiento de Agua, Mejoramiento de la Macro y Micro medición de caudales, Planificación y Medio Ambiente. Los detalles y cronogramas de estos proyectos fueron discutidos con los funcionarios de las agencias financieras así como con funcionarios involucrados del ENACAL. A continuación se dará una descripción de estos.

### 2.2.1 Programa del BID y Proyecto del Gobierno Español

Los objetivos principales de estos dos proyectos son similares, ya que ellos están encaminados a reforzar las capacidades de operación y administración del ENACAL. Los principales alcances de estos proyectos se resumen en el **Cuadro 2.2.2**. Uno de los temas en común abordados en ambos proyectos es el de reducir las pérdidas técnicas y comerciales de agua. Los principales enfoques de ambos proyectos son, sin embargo, diferentes.

El enfoque del Programa del BID es más amplio y esta compuesto por dos subprogramas. Uno de ellos es reforzar la capacidad de manejo comercial del ENACAL cubriendo todas las áreas comerciales, el otro subprograma es aumentar el número de conexiones domiciliarias de agua potable, así como de alcantarillado sanitario en los asentamientos de Managua.

El primer subprograma incluye el mejoramiento de la administración comercial en dependencia de los insumos del contrato de servicios de una firma consultora sobre la base del desempeño. El pago del Consultor contratado será determinado sobre la base de nivel de cumplimiento. Este subprograma también incluye la introducción de sistema computarizado de información, y el diseño e implementación de un programa de reducción del Agua No Contabilizada (ANC). El consultor contratado deberá desarrollar un plan detallado de estos programas con planes de inversión para que ENACAL lleve a cabo estos programas para alcanzar cierto nivel de mejoramiento bajo el consejo del Consultor.

El segundo y último subprograma está dirigido a asegurar en corto plazo las nuevas conexiones de Alcantarillado Sanitario en diez (10) asentamientos de la ciudad de Managua. El conectar los lotes de los asentamientos al sistema de Alcantarillado Sanitario es la mayor preocupación, tanto como la construcción de la nueva planta de tratamiento y de los interceptores que están actualmente en construcción con el co-financiamiento del BID, KfW y el NDF para mejorar el entorno del Lago de Managua tal como se describe en la Sección 2.2.2. del presente informe. El incrementar el número de conexiones de alcantarillado Sanitario es un aspecto clave para el control de los beneficios del proyecto.

Con el fin de facilitar las nuevas conexiones se tiene contemplado dar financiamiento con micro créditos, de tal forma que los habitantes en los asentamientos puedan comprar los materiales necesarios para realizar las conexiones internas domiciliarias y la de los baños u servicios. En relación a las conexiones de agua potable, la mayoría de los tenedores de lotes tienen conexiones, ya sean legales o ilegales los trabajos de nuevas conexiones son menos significativas. En este último subprograma se reemplazarán/rehabilitarán y registrarán como clientes de ENACAL muchas conexiones improvisadas y/o usuarios ilegales. Sin embargo, no se instalarán medidores domiciliarios en los asentamientos durante este programa, ni ENACAL tiene planeado ningún programa de este tipo a corto ni mediano plazo. Solamente se tiene programado una campaña de educación pública y promoción para el registro o legalización de usuarios y conservación de agua.

El Proyecto del Gobierno Español es principalmente un estudio sobre el mejoramiento técnico del sistema de control de la distribución de agua en Managua, que incluye trabajos de campo. Un total de 800 km de línea de distribución de la Zona Baja de Managua, han sido seleccionados para llevar a cabo este proyecto piloto. Se implementará una Macro medición, con el establecimiento de micro sectores junto con el análisis de fugas y otro tipo de pérdidas de agua. Durante la implementación de este proyecto se proveerá de unos equipos de computación y de un sistema de manejo de usuarios utilizando SIG (Sistema de Información Geográfica).

## **2.2.2 Coordinación con los Proyectos patrocinados por Otros donantes**

Las oficinas claves para la operación de estos dos proyectos son la Gerencia General y el Departamento de Planificación del ENACAL. El Equipo de estudio de JICA tuvo varias reuniones con estos departamentos así como con las agencias donantes, y se confirmaron los últimos cronogramas de ejecución de dichos proyectos. La **Figura 2.2.1** muestra la comparación entre los cronogramas de estos dos proyectos con el del presente Estudio de JICA. Es de hacer notar, sin embargo, a pesar que los cronogramas referidos en la **Figura 2.2.1** han sido elaborados para el caso más optimista existe la posibilidad que estos cronogramas puedan desfasarse.

Con respecto al Proyecto del BID, este se encuentra actualmente en la fase de evaluación de ofertas y el inicio de la consultoría de Servicio del proyecto, está contemplado sea más o menos después de la emisión del Borrador del Informe Final del presente Estudio de JICA, inclusive cuando todos los procesos que hacen falta para la adjudicación finalicen lo más temprano posible.

En lo referente al Proyecto del Gobierno español, el inicio de los servicios consultoría es bastante más tarde de la emisión del Informe Final del Estudio de JICA. En concordancia, se espera que los resultados del presente estudio de JICA puedan ser eficazmente utilizados para el éxito de estos proyectos. Se esperaría la coordinación con estos proyectos en los procesos siguientes:

- Estos proyectos deberían empezar con la revisión y el estudio de la situación actual en varios aspectos de las actividades del ENACAL, los consultores a ser contratados necesitarán hacer consultas con los funcionarios claves del ENACAL para formular las estrategias detalladas para los trabajos de mejoramiento. Esto es debido a que los términos de referencia de los documentos de licitación para estos proyectos describen solamente

las líneas generales de los servicios consultoría y requirieren más consultas con ENACAL para definir los detalles. En este contexto, ENACAL puede solicitar a los consultores seleccionados el desarrollo de estrategias detalladas basadas en los resultados del presente Estudio de JICA ya que estos estarán disponibles cuando ellos inicien los proyectos.

- Los resultados del Estudio JICA contendrán muchos hallazgos y mediciones reales así como resultados de trabajos de campo. Los datos de presiones y caudales de distribución, datos de fugas y otros parámetros de pérdidas de agua pueden utilizarse eficazmente en estos futuros proyectos. ENACAL deberá suministrar este tipo de información a los consultores seleccionados, así como procurar que la información relacionada a estos proyectos de los Informes del Estudio de JICA sean incorporada, para que las estrategias detalladas que se propongan estén en la línea con el marco de los trabajos de mejoramiento propuestos en el presente Estudio de JICA.

**Cuadro 2.2.2 Componentes de los Proyectos a ser financiados por el BID y el Gobierno Español**

Nombre del Proyecto	PROGRAMA DE MODERNIZACIÓN DEL MANEJO DE LOS SERVICIOS DE AGUA Y ALCANTARILLADO SANITARIO		PROYECTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, MEJORAMIENTO DE LA MACRO Y MICRO
Fuente de Financiamiento	BID	OPEP	Gobierno Español
Area del Proyecto	Entire ENACAL	10 Asentamientos en Managua	800 km en la zona baja de
Monto a ser Financiado	US\$9.8 millones	US\$6 millones	9.96 millones de Euros
Periodo de los servicios de Consultoría	3 años	3 años	18 meses
Principales Componentes del Proyecto	<p><b>SUBPROGRAMA 1: FORTALECIMIENTO COMERCIAL</b></p> <p><b>1 Manejo técnico</b></p> <p>Desarrollo de mediciones, control y un programa de reducción del ANC</p> <p>Programa para el Control y Reducción del Consumo de Energía</p> <p>Programa de optimización del Sistema de Distribución de Managua</p> <p>Control de la Calidad del Agua</p> <p>Desarrollo de los Recursos Humanos</p> <p>Monitoreo de la evolución de la eficiencia gerencial</p> <p><b>2 Diseño, Implementación y Administración de la Sección Comercial</b></p> <p>Registro de Clientes</p> <p>Medición de los Clientes</p> <p>Sistema de Facturación</p> <p>Colecta</p> <p>Corte y Reconexión</p> <p>Relaciones con los Clientes</p> <p><b>3 Diseño y Renovación Total del Sistema Computacional</b></p> <p><b>4 Desarrollo de un Plan Estratégico de Inversiones para ENACAL</b></p>	<p><b>SUBPROGRAMA 2: Conexiones nuevas en asentamientos de AP y AS</b></p> <p><b>1 Trabajos de conexión domiciliar de AP y AS</b></p> <p><b>2 Educación pública y campañas de promoción</b></p> <p><b>3 Microfinanciamiento para las nuevas conexiones de AS</b></p>	<p><b>1 Catastro de redes</b></p> <p><b>2 Introducción de instalaciones computarizadas con un sistema de manejo con SIG</b></p> <p><b>3 Análisis de las pérdidas de agua en el Sistema</b></p> <p><b>4 Modelaje del Sistema de Distribución</b></p> <p><b>5 Mediciones en los macrosectores para el Control de Fugas v</b></p>
CAPACITACION O ENTRENAMIENTO			800 horas
SUMINISTRO DE BIENES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidores de agua Domiciliares 50,000 uni</li> <li>• Sistema computacional a ser especificado por el</li> <li>• Consultor contratado</li> <li>• Otras necesidades que fueren especificadas por el</li> <li>• Consultor contratado</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidores de agua Domiciliares 100,000 uni</li> <li>• Medidores Maestros 50 uni</li> <li>• Lectores electrónicos manuales 50 uni</li> <li>• Programas de computación</li> <li>• Computadoras Personales 35 units</li> <li>• Servidor computacional 1 unit</li> </ul>

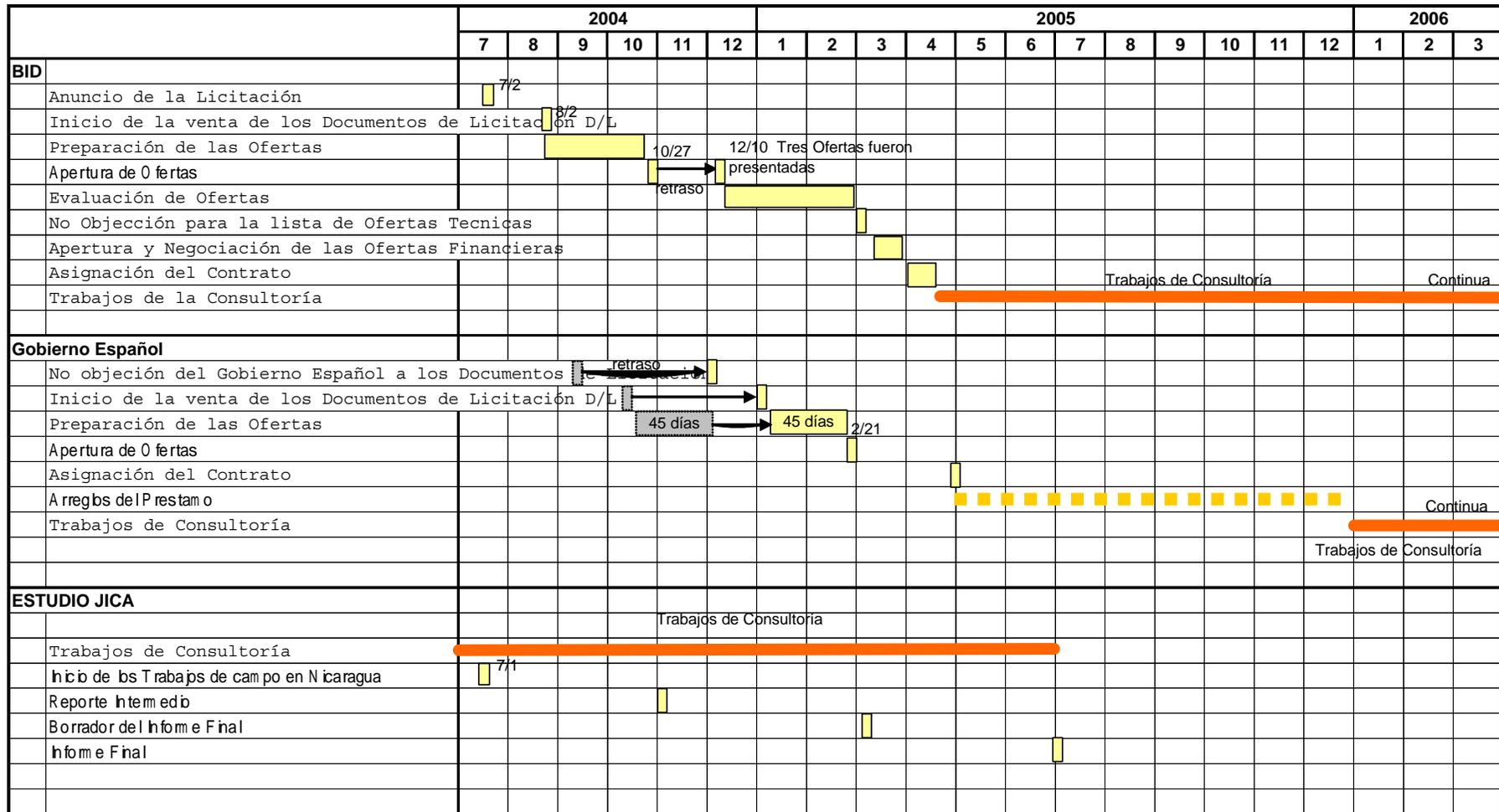


Figura 2.2.1 Cronograma de los Proyectos del BID y Gobierno Español

## **2.3 INSPECCIÓN DE CAMPO DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA**

Durante el Estudio se llevaron a cabo visitas a: Centro del Mando de la Sección de Operación y Distribución, instalaciones de toma de Asososca, Campo de pozos Managua I, y a dos estaciones típicas de bombeo (el único método de tratamiento es la desinfección con cloro que tiene lugar a la fuente). El Centro del Mando es conocido como P3 y se localiza en las instalaciones de toma de Asososca. Toda la operación del sistema de abastecimiento de agua para la ciudad de Managua es controlado por el P3, las 24 horas del día a través de dos controladores equipados con computadoras y radio comunicadores y tres operadores móviles con radios.

### **(1) Operación**

El control de la operación de las fuentes, estaciones de bombeo, tanques y el sistema de transmisión y de distribución, se efectúa de forma rutinaria por el centro P3, este centro también responde a cualquier problema que pueda ocurrir como el desequilibrio en el sistema de la distribución, fallas en el suministro de energía eléctrica, etc. Las Instrucciones son dadas por medio del sistema de radio-comunicadores a las instalaciones que están equipadas con radio y a los tres operadores móviles para las estaciones bombeando menos importantes. Generalmente las estaciones bombeo son operadas en dos turnos de 12 horas por día.

### **(2) Mantenimiento**

El mantenimiento de las instalaciones de bombeo y de los equipos relacionados, en todos los casos es llevado a cabo por el Departamento de Electromecánica (ubicado cerca del aeropuerto). Debido a la situación de limitaciones financieras en la que se encuentra el ENACAL, solamente se le hace posible responder a las solicitudes de mantenimiento correctivo. Debido al estado general de las instalaciones, se dedica mucho tiempo al mantenimiento correctivo, tanto así que un programa de mantenimiento preventivo en la actualidad no es viable. Por ejemplo en ambas estaciones de bombeo visitadas, el departamento de electromecánica estuvo trabajando en los tanques de almacenamiento de agua y paneles eléctricos. El departamento de EM tiene la capacidad de atender las emergencias en una hora y generalmente al día siguiente los problemas menos urgentes.

El mantenimiento de los edificios, pintura de los tanques de agua y de igual forma la de las estaciones de bombeo es realizado por la sección de Tanques y Casetas. Acá de igual forma, el mantenimiento esta limitado a los trabajos más esenciales, esto también debido a las restricciones financieras para la adquisición de equipos básicos. A pesar de esto, las instalaciones y edificios que fueron visitados, en general, se encuentra en un estado aceptable.

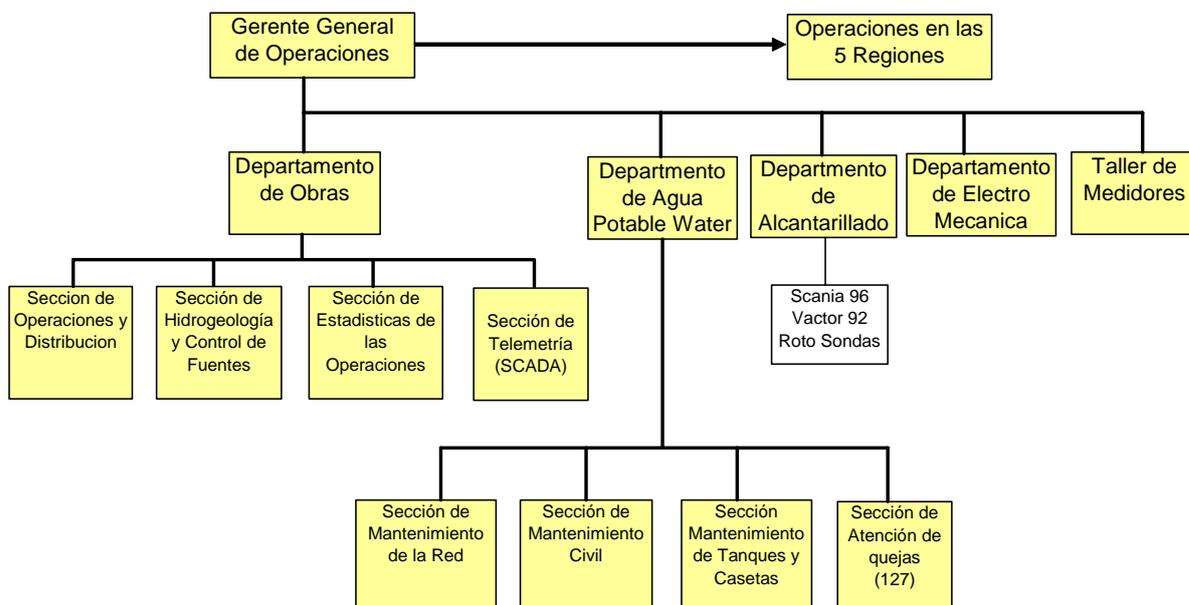
### **(3) Personal y Capacitación**

Todo el personal son empleados del ENACAL salvo los guardas de seguridad, que son contratados por medio de una compañía privada. No en todas las instalaciones existe personal de seguridad.

Generalmente, los operadores son capacitados dentro de ENACAL. El entrenamiento es dado principalmente “sobre la marcha” de la operación de las instalaciones y equipos, incluyendo alguna capacitación específica. ENACAL también maneja cursos cortos a través de la sección de Recursos Humanos y la mayoría de los operadores aparentan haber recibido entrenamiento en Relaciones Humanas y Seguridad Ocupacional. Algún entrenamiento especializado se ha dado por medio de fuentes externas, por ejemplo en computación y telemetría (Note: el sistema de SCADA en actualidad no está en uso).

En el **Cuadro 2.3.1** se dan detalles de las visitas del campo y en la **Figura 2.3.1** se muestra el organigrama vigente.

**ESTRUCTURA ORGANIZATIVA - DEPARTAMENTO DE OPERACIONES DEL ENACAL**



**Figura 2.3.1 Organigrama Existente**

**Cuadro 2.3.1 Detalles de las Visitas de Campo**

Ubicación e Instalación	Condiciones Operacionales	Capacitación recibida
<p><b>(P3) Sección de Operación y Distribución.</b>                      Centro de Control ubicado en Asososca, equipado con computadoras y sistema de radio comunicación para la coordinación de las fuentes, unidades de cloración, campos de pozos, estaciones de bombeo, tanques}, etc.</p>	<p>Operado por 3 personas en turnos de 8 horas/día                      1 Jefe de Planta                      2 pers. Supervisores por turno (total 6 pers.)  <b>En todas las instalaciones</b>                      El Mantenimiento es hecho por el Dpto. de E y M. Todo el Mantto. es correctivo, no hay tiempo para mantenimiento preventivo.                       El mantenimiento de las edificaciones y predios es hecho por el Dpto. de Tanques y Casetas. (Debido a la falta de recursos para el equipamiento básico, no es capaz de proveer un servicio eficiente.</p>	<p>Todos son personal con mucha experiencia con 15-36 años de servicio.                       Entrenamiento en computación y SCADA (sistema telemétrico) con cooperación sueca.                       Capacitación por parte de ENACAL en Relaciones Humanas y Seguridad Ocupacional.</p>
<p><b>Toma de Asososca</b>                      1. Estación de Toma                       2. Estación de bombeo (Distribución) y módulo de cloración</p>	<p>Operado por 2 personas en turnos de 12 horas/día                      1 Operador por turno                      1 Conductor (con lancha)                      3 uni de equipos de bombeo (2 de 3 se usan diario)                       Operado por 2 personas en turnos de 12 horas/día                      1 Operador por turno                      4 equipos de bombeo (2+2 de reserva)                      3 uni de equipos de bombeo (1 de 2 pequeños de reserva)                      1 Uni cloración (1+1 clorador)</p>	<p>Entrenamiento “sobre la marcha” para la operación de los equipos de bombeo.                       Entrenados por ENACAL en Relaciones Humanas y Seguridad Ocupacional.</p>
<p><b>Estación de Bombeo Km. 8 Carretera Sur</b>                      (Las bombas estaban paradas debido a fallas en el suministro eléctrico, reiniciaron el bombeo hasta que el operador móvil de P3 llegó.)</p>	<p>Turnos desconocidos (operador ausente)                      1 Operador sin entrenamiento (2 en el pasado)                      3 equipos de bombeo (desconocido de reserva)                      1 Guarda de Seguridad (Ausente)                      1 Oficina caseta de operador sin utilizarse                      No hay radio comunicadores</p>	<p>Las personas presentes en la estación no estaban entrenados para la operación de los equipos de bombeo.                       La operación es hecha por operadores móviles bajo las instrucciones de la Planta P3.</p>

<b>Estación de Bombeo</b> <b>Km. 8 Carretera</b> <b>Masava</b>	Operado por 1 personas en turnos de 24 horas/día 1 Operador por turno (total 3) No hay guarda de Seguridad 3 uni de equipos de bombeo (2 de 1 de reserva)  El operador controla los equipos de bombeo , válvulas, niveles, presiones y medidores de caudal. P3 da las instrucciones para la manipulación de las válvulas para modificar las condiciones de abastecimiento. Tiene disponible radio comunicación	Operador presente tiene 4 años experiencia en ENACAL.  Entrenado por ENACAL en Operación de Plantas.  Entrenado por ENACAL en Relaciones Humanas y Seguridad Ocupacional.
<b>Campo de Pozos</b> <b>Managua I</b>  <b>1 Campo de Pozos</b>  <b>2 Estación de bombeo</b> <b>(Transmisión)</b>	Operado por 2 personas en turnos de 12 horas/día 2 Operador es por turno (total 3) 1 Mantenimiento de Predios 1 Conserje 3 Guardas de Seguridad (de una compañía privada) 15 uni de equipos de bombeo para pozos (2 equipos de pozos reubicados de 1 de reserva) No hay equipos de reserva. Operador visita los pozos cada 2 horas.  5 unidad de bombeo a Santo Domingo (1 reserva) Todas las bombas operan por 24 hrs/día.  Hay radio comunicación disponible	Operador presente tiene 14-15 años experiencia en ENACAL (de 3 a 6 años en el sitio)  Entrenado por ENACAL en Operación de Plantas.  Entrenado por ENACAL en Relaciones Humanas y Seguridad Ocupacional.

## 2.4 MEDICIONES DE CAMPO DE CAUDALES Y PRESIONES, FUGAS Y CALIDAD DEL AGUA

### 2.4.1 Mediciones de Caudales y Presiones

#### (1) Objetivos de las Mediciones

Se revisaron los registros existentes en lo relacionado al volumen de agua producido para cada fuente existente así como el volumen de agua transmitido (bombeado) y distribuido desde cada tanque de servicio. Además, se llevaron a cabo, con colaboración del ENACAL, mediciones de caudales y presiones en varios puntos estratégicos dentro de la red de transmisión y distribución existente. Esto fue realizado con la finalidad de tener un mejor conocimiento de la distribución geográfica de agua y la disparidad en las condiciones del suministro entre las varias partes del área de servicio, así como del volumen de agua que realmente se recibe en cada tanque, incluyendo los sistemas de Managua I y Managua II. La ubicación de los puntos para la medición de caudales y presiones fueron seleccionados sobre la base de una propuesta hecha por el Equipo de Estudio y la opinión de ENACAL captada a través de varias reuniones. El ENACAL cooperó con el Equipo de Estudio realizando las mediciones. Principalmente las mediciones se llevaron a cabo por personal organizado del ENACAL.

Antes de comenzar las mediciones reales junto con ENACAL, los días 9 y 10 de septiembre del 2004 se llevaron a cabo demostraciones al personal del ENACAL de los instrumentos que se utilizaron para las mediciones de caudales y presiones y también para los estudios de fugas. Las demostraciones se ejecutaron para la explicación de instrumentos y el entrenamiento para el uso de instrumentos como el uno de traslado de tecnología por este Estudio. También durante la medida, el traslado de tecnología de la manipulación de los instrumentos al colega se ha hecho en parte.

Los principales objetivos de las mediciones de caudales y presiones se dan a continuación:

- Entender la distribución geográfica de agua y la disparidad en las condiciones del suministro entre las diferentes partes del área de servicio.
- Llevar a cabo la transferencia de tecnología con la explicación de instrumentos y el entrenamiento para el uso de los instrumentos para las mediciones.

Es necesario remarcar que los resultados de las mediciones de caudales y de presiones, en los puntos seleccionados, son sólo de referencia para entender el patrón actual de caudales en el Área del Estudio y la condición actual del abastecimiento de agua, y no representa el sistema actual de abastecimiento de agua.

## (2) Medición de Caudales

Para alcanzar los objetivos arriba mencionados, se midieron caudales en 20 puntos, los cuales se muestran en la **Figura 2.4.1**. Antes de iniciar las mediciones cada punto fue inspeccionado junto con personal del ENACAL para verificar las condiciones del sitio y definir la selección final de los puntos. Los trabajos de excavación, relleno y restauración del sitio, si fue necesario, fue realizado por ENACAL.

Los resultados de las mediciones se detallan en el **Informe Complementario No.5**. Basándose en las mediciones de caudales, en resumen puede decirse, se identificaron los siguientes principales resultados.

- a) Se pudo confirmar que la precisión de los medidores de caudales existentes, en la mayoría de los casos, es aceptable.
- b) Que el caudal por gravedad de Asososca hacia la Zona Baja, varía en dependencia del número de bombas en funcionamiento para Zona Alta.
- c) No se está suministrando la suficiente agua por el proyecto Managua I, tal como se propuso en el diseño, a los tanques de San Judas, Schick y Altamira.
- d) Más de la mitad del agua que llega por gravedad al tanque de Altamira proveniente del Tanque de Santo Domingo, esta siendo bombeada de regreso a zonas más elevadas en la dirección del Tanque de Santo Domingo.
- e) Las instalaciones de Transmisión de agua de Managua I y II no están siendo utilizadas a sus plenas capacidades y la producción total de los pozos de Managua I y II no están alcanzando las producciones de diseño.
- f) Los caudales de los pozos de la Zona Baja están fluctuando en dependencia de la presión de agua, esto debido a que el agua bombeada por los pozos es inyectada directamente a la red de distribución.

En la conclusión, los resultados del estudio de medición de caudales en el Área de Estudio, se resumen en la **Figura 2.4.2**.

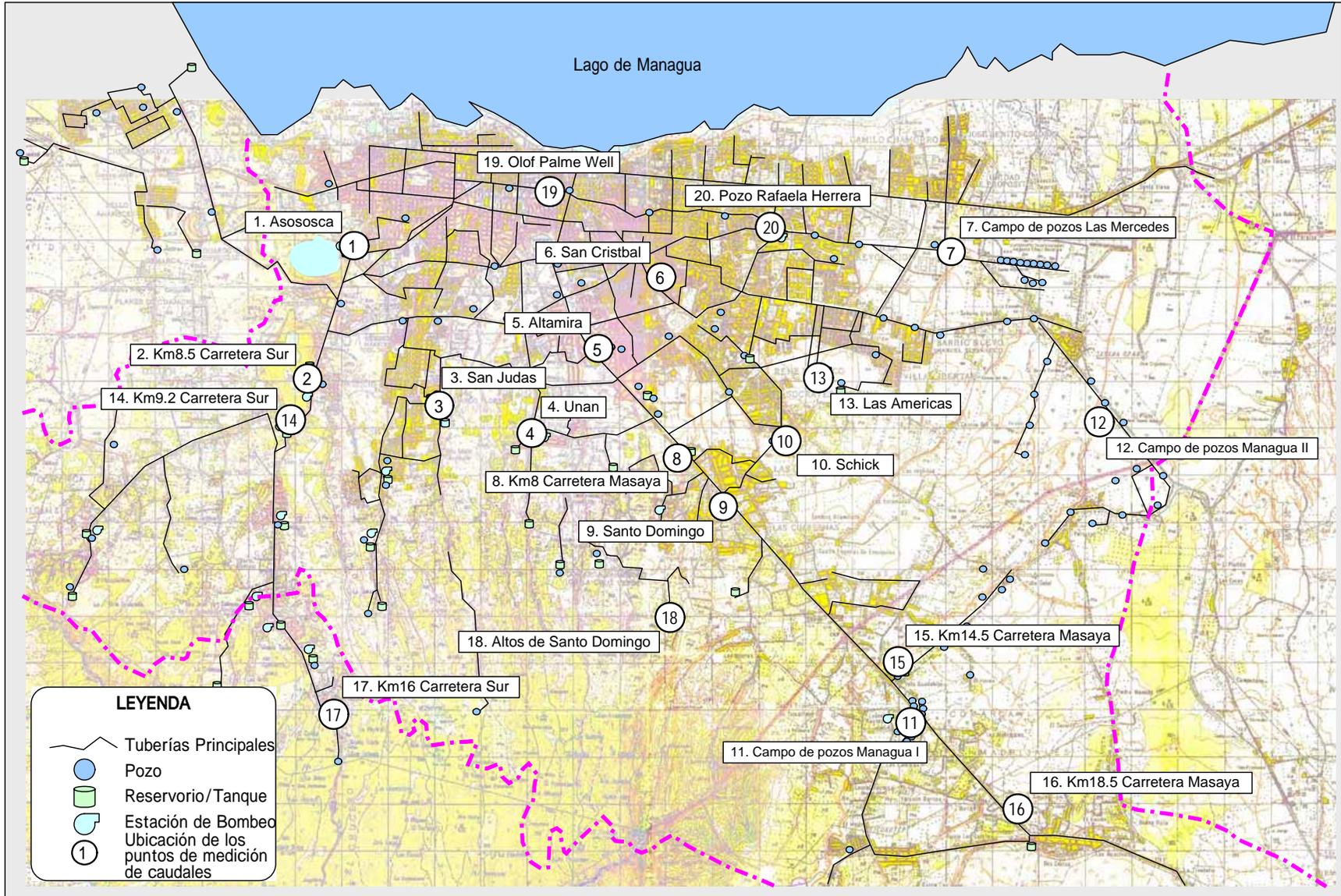
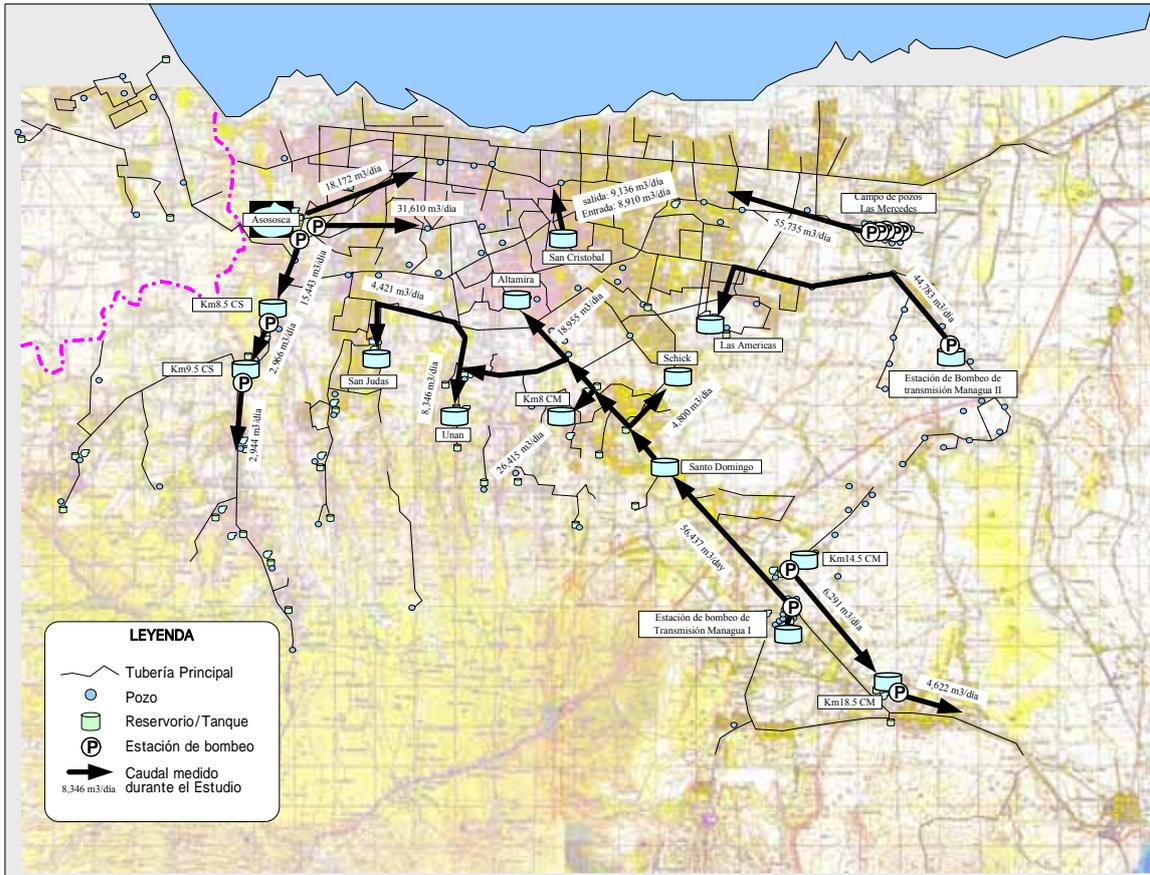


Figura 2.4.1 Ubicación de los puntos de Medición de Caudales



**Figura 2.4.2 Modelo de Flujo en el Área de Estudio**

### (3) Mediciones de presión

Las presiones también fueron medidas en varios puntos distribuidos por el área de servicio existente. Para este propósito, cada zona hidráulica de Managua fue dividida en tres áreas, las cuales se nombraron Distrito Occidental (Oeste), el Distrito Central (Centro) y el Distrito Oriental (Este), y se seleccionaron por lo menos tres puntos en cada distrito. Los puntos de medición se definieron después de revisar los planos de la red y en la consulta con ENACAL y su ubicación final se muestra en la **Figura 2.4.3**. Finalmente se seleccionaron 38 puntos de los cuales 33 están ubicados en Managua y 5 puntos fuera de Managua.

Los resultados de las mediciones se detallan en el **Informe Complementario No.5**. Basado en las mediciones de presiones, en general, la mayoría del Área del Estudio no tiene problemas serios en el suministro de agua. Sin embargo las tres áreas que se muestran en la **Figura 2.4.4** están recibiendo un servicio pobre, que se evidencia por la falta de agua suficiente y de forma continua durante 24 horas y con presión adecuada. Las áreas referidas se detallan a continuación:

- Área abastecida por el tanque de San Judas (Área "a" de la **Figura 2.4.4**)  
La razón por la cual esta área tiene un mal suministro de agua, es que al tanque de San Judas no le llega suficiente agua proveniente del Tanque de Santo Domingo del Sistema de Managua I.
- Área abastecida por el Tanque del Reparto Schick (Área "b" de la **Figura 2.4.4**)  
Esta área está enfrentando el mismo problema del área abastecida por el Tanque de San Judas. El problema es que no le llega suficiente agua del tanque de Santo Domingo para el suministro de agua apropiado del Tanque del Reparto Schick.

- c) Área abastecida por el Campo de pozos de Sabana Grande (Área "c" de la **Figura 2.4.4**)

Esta área no tiene una red de distribución apropiada, es por esta razón que el agua no puede ser distribuida con la presión apropiada. Además esta área es clasificada en el tipo de “asentamiento” y tiene el problema de conexiones ilegales.

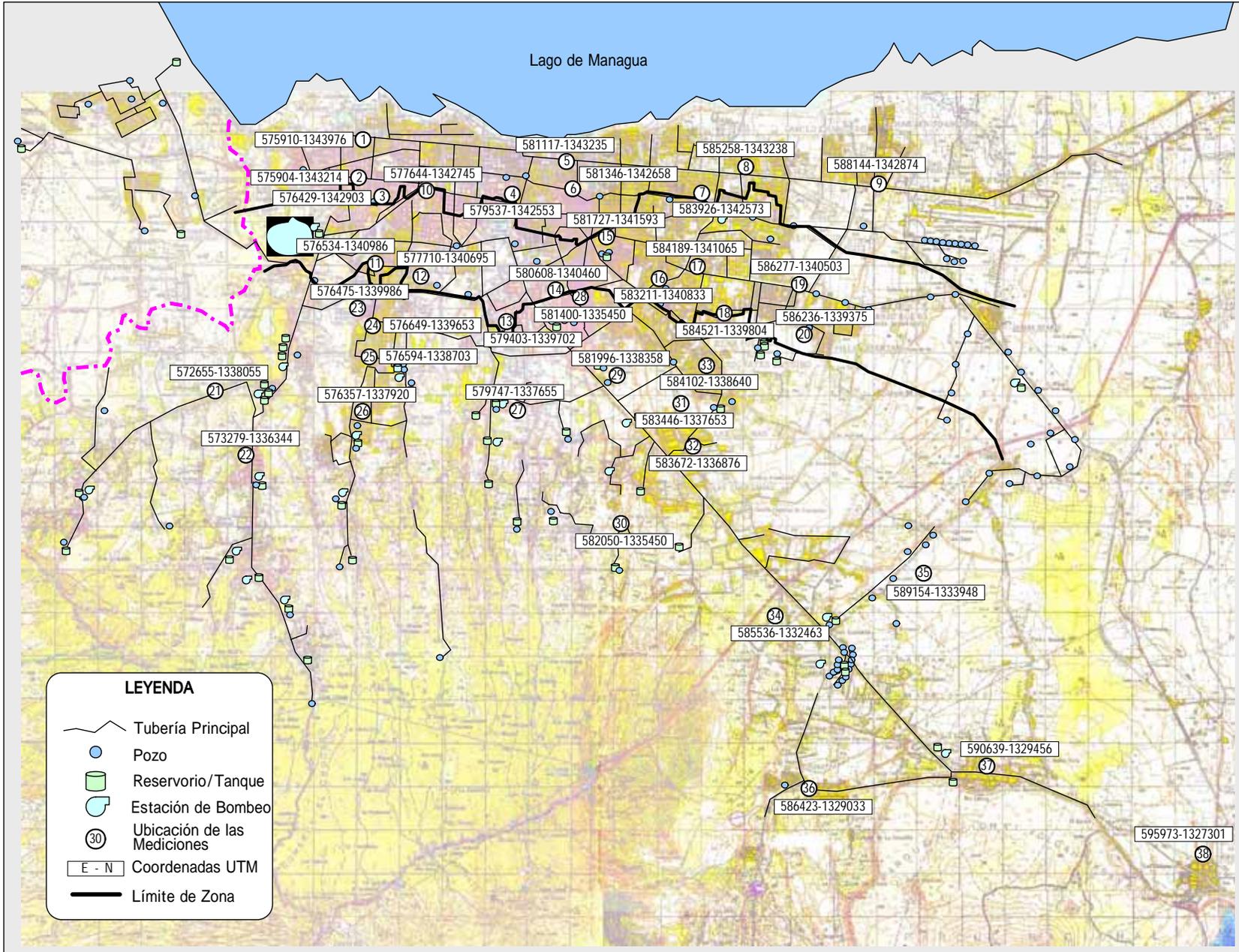
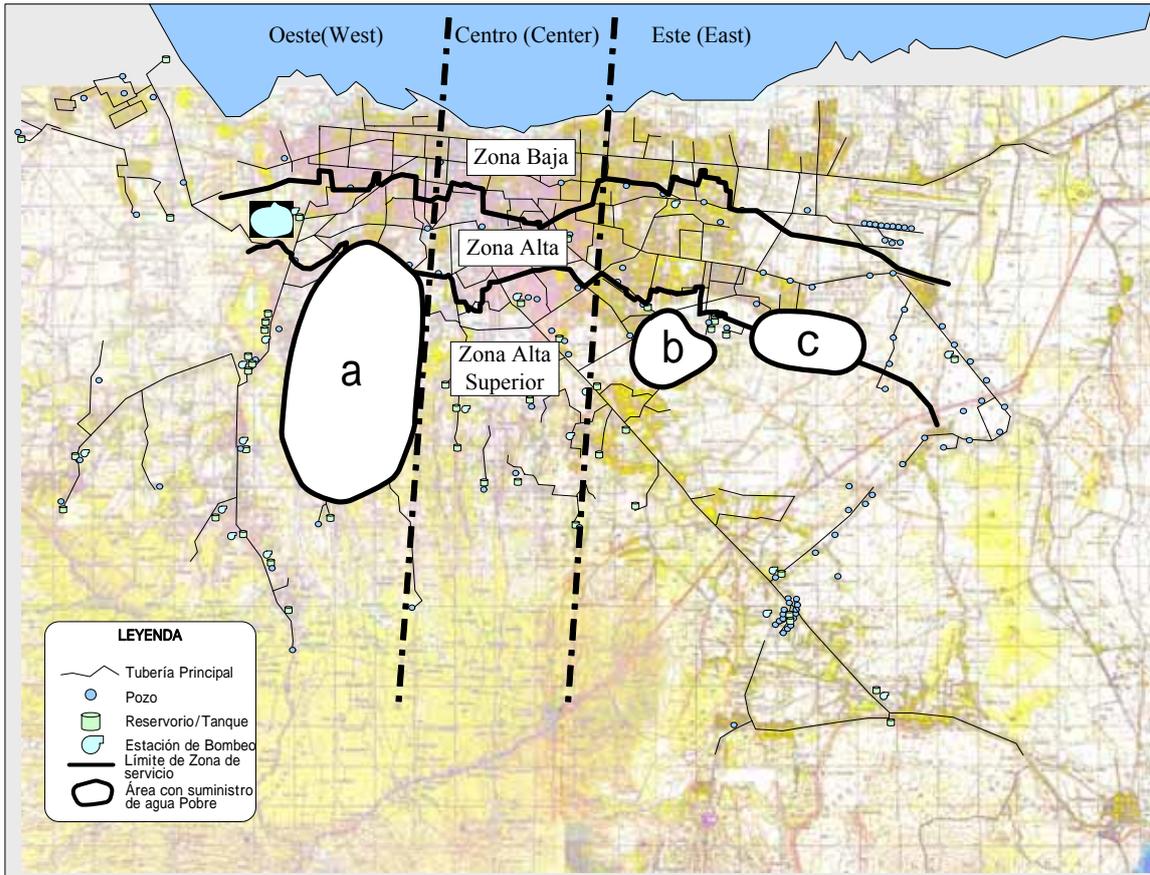


Figura 2.4.3 Ubicación de los puntos de Medición de Presiones



**Figura 2.4.4 Áreas con Suministro de Agua Pobre**

#### **(4) Problemas Identificados en el Sistema de Transmisión y Distribución**

##### **1) Sistema de Transmisión y Distribución ineficiente**

Por ejemplo, actualmente para el sistema de transmisión y distribución a lo largo de la Carretera a Masaya, el agua producida en el Campo de Pozos de Managua I fluye por gravedad al Depósito de Altamira (Nivel Máximo de Agua NMA = 157.15 m) proveniente del tanque de Santo Domingo (NMA = 256.25 m). Sin embargo, las áreas más altas que Altamira, ubicadas entre Altamira y Santo Domingo, son abastecidas desde Altamira mediante bombeo. Desde que en Nicaragua los precios (tarifa) de la energía eléctrica son muy altos, los costos relacionados con la energía para el funcionamiento de los equipos de bombeo se han vuelto excesivamente altos y está presionando a la dirección de ENACAL. Dicha ineficiencia en el sistema de transmisión y de distribución se necesita ser mejorada.

Además, se identificó que algunos tanques a veces no están llenos durante las 24 horas, inclusive durante las noches, lo anterior puede deberse a que las líneas (tuberías) de transmisión y de distribución no están claramente separadas unas de las otras, o puede ser que no haya suficiente disponibilidad de agua en el sistema de abatecimiento de agua de la Ciudad de Managua.

Con la finalidad de mejorar y mantener un suministro de agua estable, las siguientes medidas se consideran necesarias para el plan maestro del Sistema de Abastecimiento de Agua para la Ciudad de Managua.

- a. Dividir el sistema en pequeñas o medianas zonas de distribución (macro sectorización)

- b. Mejoramiento del sistema de transmisión y distribución.
- c. Separación de las tuberías de transmisión de las tuberías de distribución

## 2) Uso poco Eficiente de las instalaciones de Managua I y II

Los hechos que se enumeran a continuación podrían afirmarse que son unas de las causas del pobre abastecimiento antes mencionado.

- a. A los Tanques del Reparto Schick y San Judas no le esta llegando la cantidad de agua que se estipulo en el diseño de Managua I.
- b. Las instalaciones de Managua I y II no están siendo utilizadas a sus plenas capacidades de igual forma, la producción de Managua I y II no han alcanzado la estipulada en el diseño.

El resultado de la evaluación del sistema de Managua I, comparando la medición de caudales hecha durante el presente Estudio con los de diseño, se dan en la **Figura 2.4.5**. De los resultados se desprende, que de la Estación de Bombeo de Managua I se bombearon 56,400 m<sup>3</sup>/día al Tanque de Santo Domingo. Desde que el medidor de caudales en la línea de transmisión está descompuesto, no se lleva registro de caudales bombeados para el sistema Managua I. La producción media de los pozos para los último 4 años se estima en aproximadamente 53,600 m<sup>3</sup>/día. La capacidad (producción) de Diseño de la estación es, sin embargo, de 71,000 m<sup>3</sup>/día.

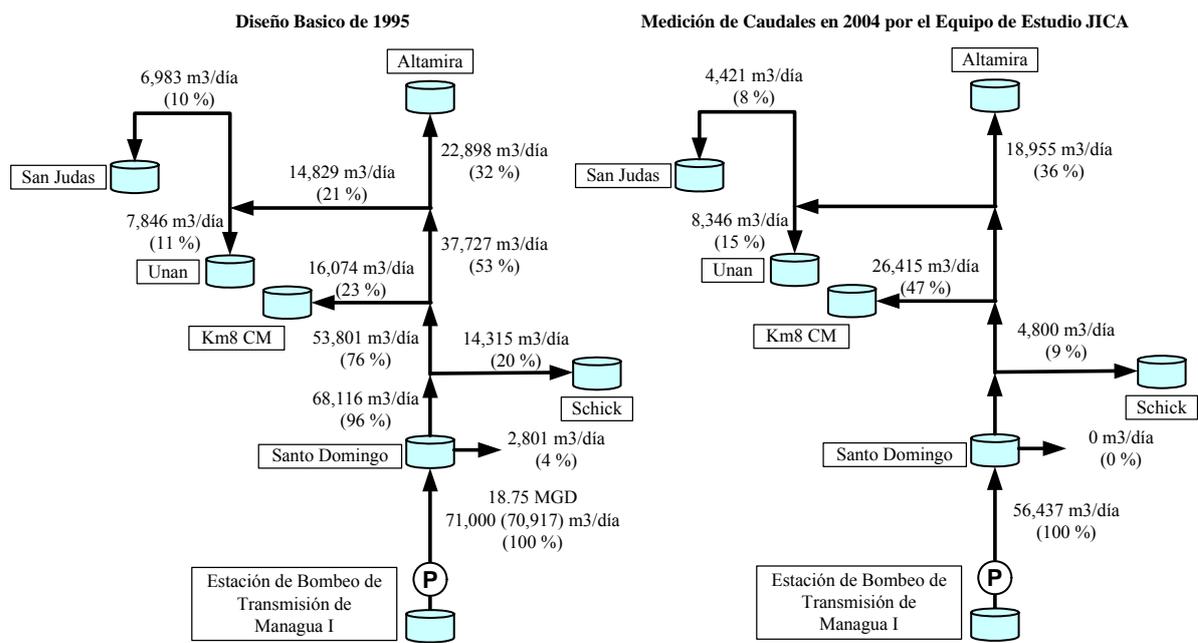


Diagrama de Flujo del Sistema de Managua I

*Nota:* Debido a que las fechas de medición son diferentes, el caudal total hacia los tanques no es igual al caudal bombeado desde la Estación de Managua I

### Figura 2.4.5 Resultados de las Mediciones de Caudales para el Sistema Managua I

De igual forma, de acuerdo a los resultados de las mediciones de caudales en la Estación de Bombeo de Managua II, el caudal de transmisión hacia el tanque de Las Américas fue de un promedio de 44,783 m<sup>3</sup>/día, durante en los dos (2) días que duraron las mediciones. Según los datos estadísticos de ENACAL, el caudal promedio de transmisión para los pasados 4 años es calculado en 45,700 m<sup>3</sup>/día. Por otro lado la capacidad de diseño de transmisión de la estación de bombeo de Managua II es de 39 m<sup>3</sup>/min (56,160 m<sup>3</sup>/día) para 3 bombas. Si los sistemas de Managua I

y II son operados a plena capacidad de diseño, el sistema de abastecimiento de agua mejoraría considerablemente.

## **2.4.2 Estudio de Fugas**

El Estudio de fugas se llevó a cabo en diez micro sectores seleccionados en las diferentes zonas hidráulicas (elevación topográfica) del sistema de Managua, estas son, cuatro (4) micro sectores en la Zona Baja, tres (3) en la Zona Alta, y tres (3) en la Zona Alta Superior.

### **(1) Objetivos y Procedimientos del Estudio de Fugas**

Los objetivos del estudio de Fugas se detallan a continuación:

- Medir la magnitud de de las Fugas en diez Distritos Modelos (Micro Sectores),
- Evaluar la efectividad de la detección de fugas y de los trabajos de reparación de estas,
- Identificar los factores dominantes que inciden en las fugas de agua y el Agua No Contabilizada (ANC),
- Proporcionar información básica para el mejoramiento del problemas de las fugas y para la reducción de desperdicio de agua,
- Obtener información básica sobre el consumo de agua, y
- Transferencia tecnológica de conocimientos prácticos sobre los trabajos de campo para los estudios de fugas al personal de ENACAL a través de “Entrenamiento en el Trabajo” (ET).

El Estudio estuvo compuesto de los siguientes principales trabajos de campo:

- Mediciones de caudales y presiones por 24 horas continuas en diez Distritos Modelos (Micro sectores),
- Lectura de los medidores domiciliarios para una medición de caudales por 24 horas,
- Detección de Fugas en tres Micro sectores seleccionados, y
- Estudio de Agua No Contabilizada en el Micro sector seleccionado de entre los tres últimos.

En el **Informe Complementario No. 4** se describen los procedimientos detallados para el estudio de fugas.

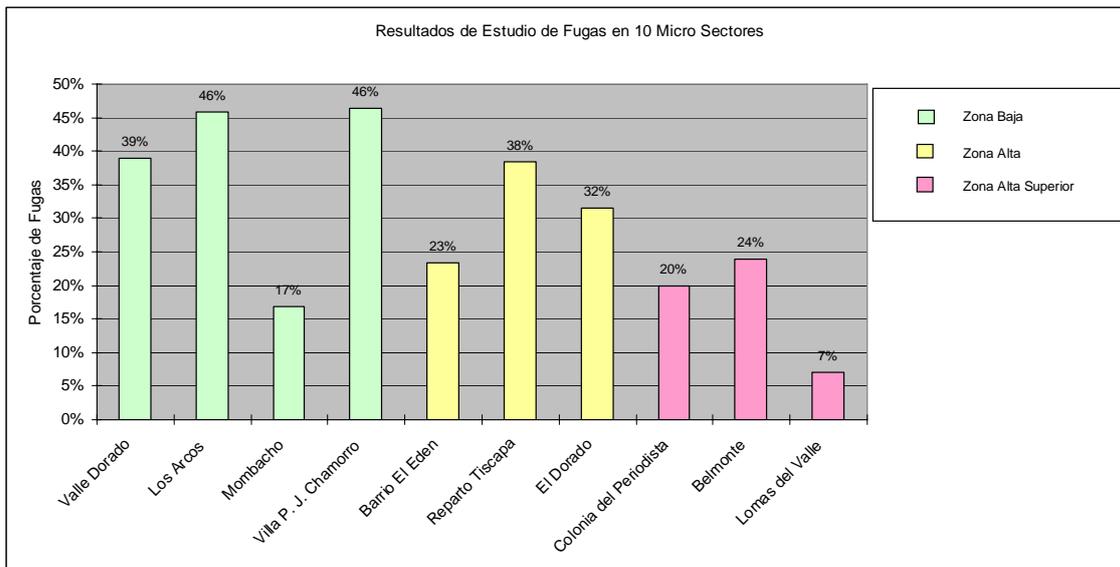
### **(2) Resultados del Estudio de Fugas**

Un resumen de los resultados del estudio de fugas se tabula en el **Cuadro 2.4.1**, y los principales resultados se detallan a continuación:

#### **PROPORCION DE FUGAS EXPRESADOS COMO PORCENTAJES DE CANTIDADES SUMINISTRADAS**

La proporción de fugas en cada micro sector fue calculada a partir del Flujo Mínimo Nocturno (FMN) medido, y se expresó como un porcentaje de cantidades o dotaciones suministradas.

La proporción de fugas difiere de área en área y varían de 7% a 46% tal como se muestra en la **Figura 2.4.6**. La proporción global de fugas para los diez micro sectores inspeccionados era de un 30% como promedio.



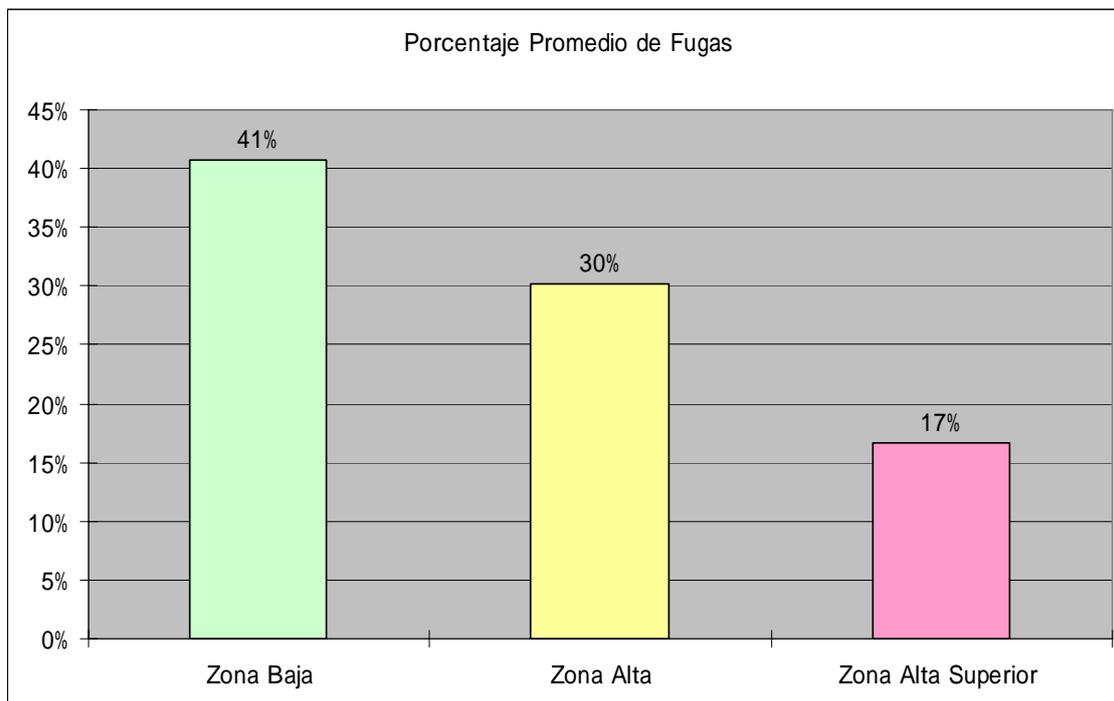
**Figura 2.4.6. Indices de fugas en los Diez Micro Sectores Inspeccionados**

### **PRIORIZACIÓN DE ZONAS PARA LA REDUCCIÓN DE FUGAS**

Las Proporciones promedio de fugas en las tres zonas de elevaciones topográficas diferentes; Zona Baja, Zona Alta, y Zona Alta Superior fueron de 41%, 30% y 17%, respectivamente, tal como se muestra en la **Figura 2.4.7**. Existe una tendencia que el nivel de fugas es el más alto en la Zona Baja. Por lo antes dicho, la primera prioridad debe ponerse en esta zona para la reducción de fugas.

**Cuadro 2.4.1 Resultados del Estudio de Fugas**

Microsector	Unit	Valle Dorado	Los Arcos	Mombacho	Villa P. J. Chamorro	Colonia del Periodista	Belmonte	Lomas del Valle	Barrio El Eden	Reparto Tiscapa	El Dorado	Total	Promedio
Zona		Alta	Alta	Alta	Alta	Alta Superior	Alta Superior	Alta Superior	Alta	Alta	Alta		
No. de Conexiones	nos.	196	254	158	170	234	89	217	382	198	482	2,380	
Material de la Tubería de Entrada		A.C.	PVC	A.C.	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	AC		
Diámetro Nominal de la Tubería de Entrada	mm	150	150	100	150	150	150	150	150	150	150		
Longitud Total de la Tubería de la red	km	1.60	1.48	0.97	1.27	1.76	1.72	3.20	2.98	1.80	4.20	21	
Conexiones por Longitud de Tubería	No./km	123	172	163	134	133	52	68	128	110	115		113
Presión Promedio del Agua	Mpa	0.29	0.22	0.204	0.38	0.40	0.37	0.27	0.27	0.24	0.22		0.29
Entrada Total	m3/d	288	509	155	311	269	330	351	592	336	950	4,091	
FMN(Fugas)	m3/d	112	233	26	144	54	79	25	138	129	300	1,240	
Consumo de Agua	m3/d	176	276	129	167	215	251	326	454	207	650	2,851	
Porcentaje de Fugas	%	38.9%	45.8%	16.8%	46.3%	20.0%	23.9%	7.1%	23.3%	38.4%	31.6%		30%
Fugas por longitud unitaria de Tubería	m3/hr/km	2.9	6.6	1.1	4.7	1.3	1.9	0.3	1.9	3.0	3.0		2.46
FMN por Conexión	l/hr/conexión	24	38	7	35	10	37	5	15	27	26		21.7
Sumatoria de las lecturas de los medidores domiciliarios	m3/d	168	209	82	101	203	243	237	304	164	633	2,344	
Non Revenue Water (Minimum Possible Level)	m3/d	120	300	73	210	66	87	114	288	172	317	1,747	
Relación de Agua No Contabilizada (Nivel Mínimo Posible)	%	42%	59%	47%	68%	25%	26%	32%	49%	51%	33%		43%
Consumo Promedio de los últimos 6-meses de la lectura de los medidores	m3/d	217	300	149	163	214	285	195	388	177	606	2,694	



**Figura 2.4.7 Niveles de Fugas Promedio en las Zonas Diferentes de Managua**

### **UBICACIÓN DE LAS FUGAS DETECTADAS**

El Equipo de Estudio de JICA llevó a cabo la detección de fugas durante las medianoches utilizando detectores de fugas y las barras de escucha en los tres micro sectores con condiciones de fugas más graves de entre los diez (10) los micro sectores analizados. La detección intensiva de fugas se llevó a cabo en los tres micro sectores seleccionados y cuyos resultados de dan a continuación:

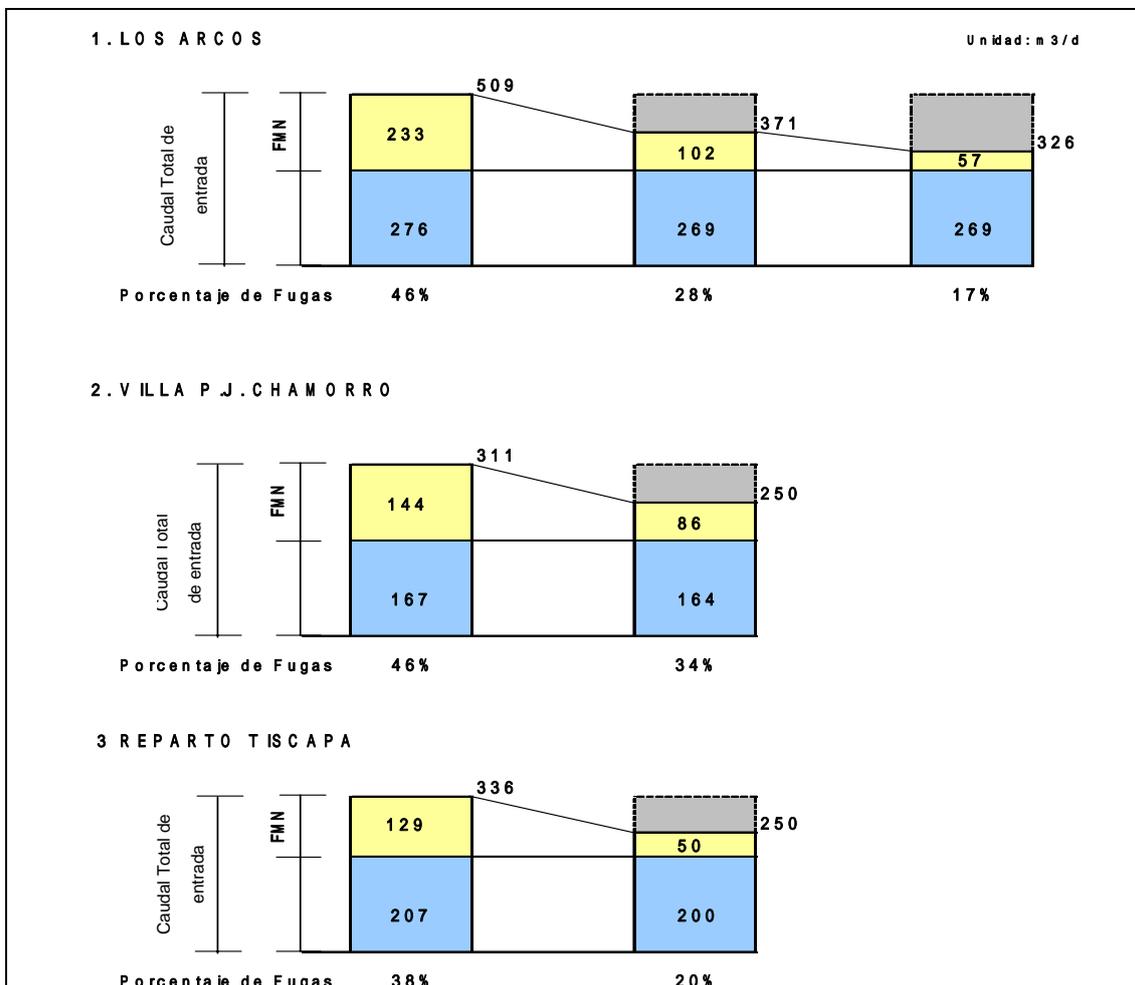
- Se detectaron Treinta (30) fugas se averiguaron, y la totalidad de las fugas estaba ubicadas en la acometidas domiciliarias en las tubos PVC.
- Cuatro (4) de las treinta (30) fugas fueron fugas subterráneas. La fuga subterránea fue muy abundante en cantidad.
- La Mayoría de fugas (80%) ocurrió de las tuberías y juntas. El resto fue de los medidores o de las llaves de pase.

### **EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LA DETECCIÓN DE FUGAS Y DE LOS TRABAJOS DE REPARACIÓN**

Como resultado de los trabajos de reparación de fugas la proporción promedio de fugas de 44% para los tres micro sectores se redujo a 27%. La **Figura 2.4.8** ilustra la reducción de proporciones de fugas en los tres micro sectores después de los trabajos referidos. La diferencia entre el Caudal entrante Total y Flujo mínimo nocturno (FMN) se considera como el consumo de agua en el micro sector. La cantidad de agua consumida se mantiene casi constante pero FMN podría reducirse sustancialmente después de la detección de fugas y de trabajos de reparación.

Adicionalmente, en uno de los tres micro sectores, Los Arcos, se encontró fugas de consideración en una instalación gubernamental, pero las fugas no pudieron ser reparadas durante el presente estudio. El FMN de esta instalación gubernamental fue medido por separado al día siguiente y fue

de 45 m<sup>3</sup>/d. (Ver **Informe Complementario No.4** para mayores detalles). Si las fugas antes mencionadas fueran reparadas y detenidas, el nivel de fuga en Los Arcos podría reducirse a 17%, y la proporción medio global de fugas en los diez micro sectores podría bajar a un promedio de un 23%.



**Figura 2.4.8. Efectividad de la Detección y Trabajos de reparación de fugas en los 3 Micro Sectores Seleccionados**

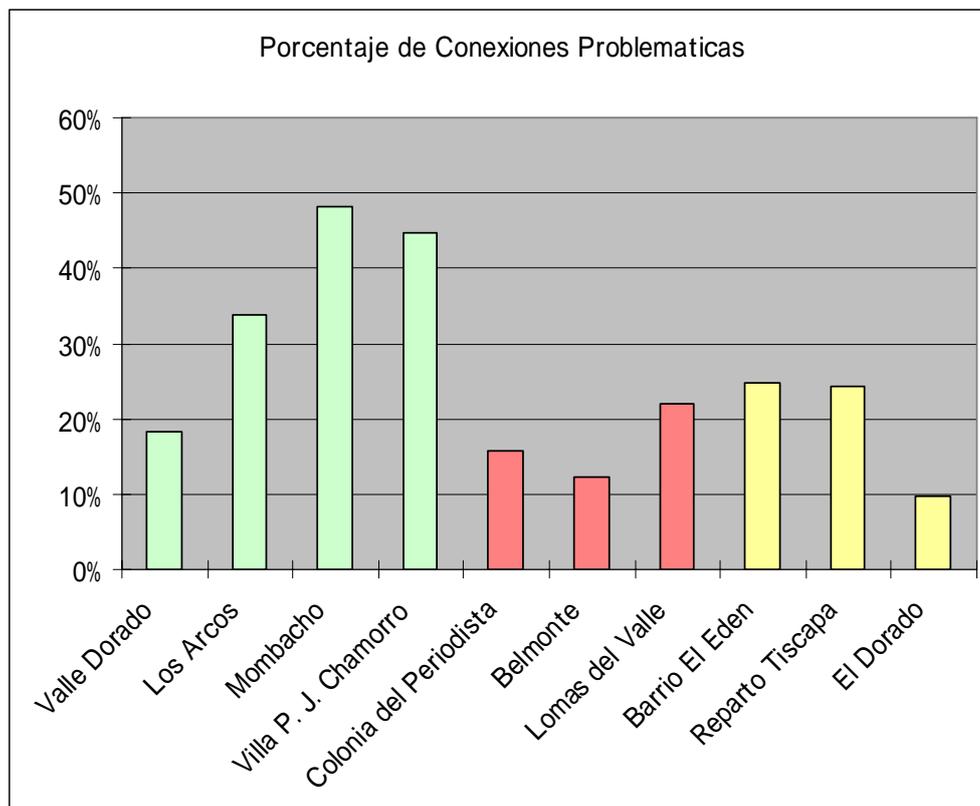
El establecimiento de Microsectores y llevando a cabo las mediciones del FMN son medidas muy eficaces para seleccionar las áreas de prioridad para que ENACAL pueda llevar a cabo estratégicamente la reducción de fugas. Además, los resultados del Estudio de fugas demostró que, la detección de fugas utilizando los detectores de fugas durante la medianoche seguido por reparaciones inmediatas de las fugas, son medidas muy eficaces para reducir las fugas a un nivel satisfactorio.

### **ESTADO DE LOS MEDIDORES DE LOS USUARIOS**

- La mayoría de los medidores de los usuarios están instalados fuera de las propiedades de los clientes, y están adecuadamente protegidos por cajas con tapas hierro colado. Los medidores de los usuarios están ubicados, generalmente, en las aceras de las áreas residenciales más comunes y el acceso a los medidores parece ser bastante fácil. Esta forma de instalación mostró, sin embargo, que en algunos micro sectores existen muchos

medidores cuyas cajas están sin las tapas, y muchos medidores no pudieron ser localizados.

- Un número significativo de medidores de agua indicó cero consumo durante el estudio, aunque en realidad existe consumo de agua y sus consumos mensuales son registrados en cada ciclo de facturación del ENACAL. Es indicativo que las tales conexiones tienen los medidores en mal estado o conexiones directas, y muchos clientes su consumo es facturado con estimaciones sin una lectura real del medidor. Por lo menos aproximadamente el 16% del total de los medidores de agua inspeccionados están defectuosos. El porcentaje de conexiones problemáticas por cada micro sector se muestra en la **Figura 2.4.9**.
- Actualmente, se están utilizando medidores de varios diferentes fabricantes, y la mayoría de ellos utiliza la unidad de medida métrica, pero también se emplean algunos con el galón como unidad de medida.
- Dio la impresión que muchos medidores quedan sin ser leídos por un prolongado de tiempo. Hay muchos medidores de agua que no están funcionando y algunos están cubiertos con tierra o sumergidos en agua con suciedad. Es probable que tal situación desestime a los lectores a hacer una lectura apropiada del medidor.



**Figura 2.4.9. Porcentaje de Conexiones Problemáticas en cada micro sector**

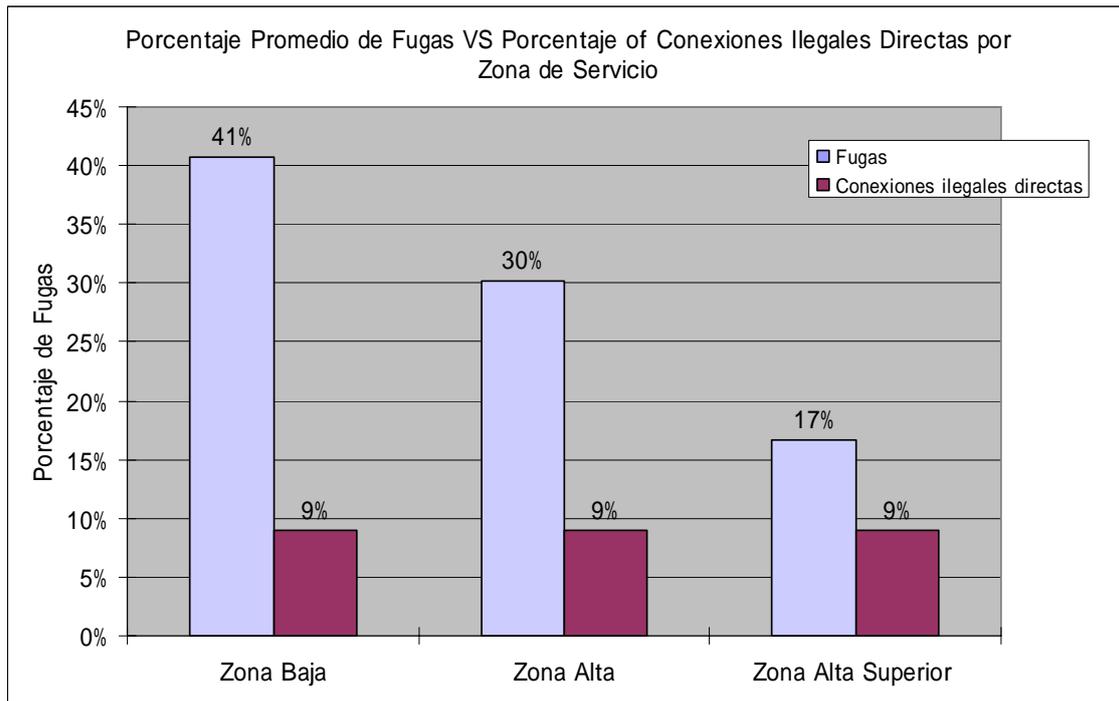
### **ESTADO DE LAS CONEXIONES DIRECTAS O CONEXIONES ILEGALES**

Las conexiones directas son significantes en número en varios micro sectores tal como se mostró previamente en el **Cuadro 2.4.2**, y es probable que el volumen de consumo de agua a través de tales conexiones también sea considerable. Mientras el Equipo llevaba a cabo la detección de fugas, durante la medio-noche, se observaron a menudo flujos de agua continuos en casas con este tipo de conexiones, lo que indica que mucha agua se está desperdiciando y se considerada que probablemente debido a llaves en mal estado.

**Cuadro 2.4.2 Estado de las conexiones en los 10 Micro Sectores**

Microsector	Unidad	Valle Dorado	Los Arcos	Mombacho	Villa P. J. Chamorro	Barrio El Eden	Reparto Tiscapa	El Dorado	Colonia del Periodista	Belmonte	Lomas del Valle
Zona		Baja	Baja	Baja	Baja	Alta	Alta	Alta	Alta Superior	Alta Superior	Alta Superior
No. de Conexiones		196	254	158	170	382	198	482	234	89	217
Material de la Tubería de Entrada		A.C.	PVC	A.C.	PVC	PVC	PVC	AC	PVC	PVC	PVC
Diámetro Nominal de la Tubería de Entrada	mm	150	150	100	150	150	150	150	150	150	150
Longitud Total de la Tubería de la red	km	1.60	1.48	0.97	1.27	2.98	1.80	4.20	1.76	1.72	3.20
Conexiones por Longitud de Tebería	No./km	123	172	163	134	128	110	115	133	52	68
Presión Promedio del Agua	Mpa	0.29	0.22	0.204	0.38	0.27	0.24	0.22	0.40	0.37	0.27
Porcentaje de Fugas	%	39%	46%	17%	46%	23%	38%	32%	20%	24%	7%
Conexiones Directas sin medidores o cortados (Potenciales usuarios ilegales)	nos.	2	12	21	34	65	21	12	11	6	30
Porcentaje de conexiones directas sin medidores o cortados (Potenciales usuarios ilegales)	%	1%	5%	13%	20%	17%	11%	2%	5%	7%	14%
Conexiones con cero consumo leído o con medidor en mal estado o no legible	nos.	34	74	55	42	30	27	35	26	5	18
Porcentaje de medidores problemáticos dentro de los medidores existentes	%	18%	31%	40%	31%	9%	15%	7%	12%	6%	10%
Porcentaje de Conexiones Problemáticas	%	18%	34%	48%	45%	25%	24%	10%	16%	12%	22%
Medidores aparentemente dañados	nos.	2	2	6	1	7	9	1	4	0	0
Medidores que no trabajan (Indicando cero consumo)	nos.	30	65	26	22	15	9	22	19	3	15
Medidores aterrados	nos.	0	5	2	2	1	4	7	0	2	2
Medidores perdidos	nos.	0	0	19	15	4	3	2	0	0	0
Medidores no legibles	nos.	2	2	2	2	3	2	3	3	0	1
Medidores Cortados	nos.	0	4	7	1	52	2	3	0	3	2
Medidores cortados pero conectados ilegalmente	nos.	0	8	14	33	13	19	9	11	3	28
	nos.										
Total de Medidores Problemáticos	nos.	34	86	76	76	95	48	47	37	11	48

Aproximadamente el 9% del total de conexiones en los diez micro sectores se consideran como conexiones directas ilegales, y este porcentaje es constante en las tres zonas hidráulicas tal como se muestra en la **Figura 2.4.10**.



**Figura 2.4.10 Incidencia de Conexiones Ilegales comparada con las Proporciones promedio de fugas en las Zonas de diferente elevación topográfica**

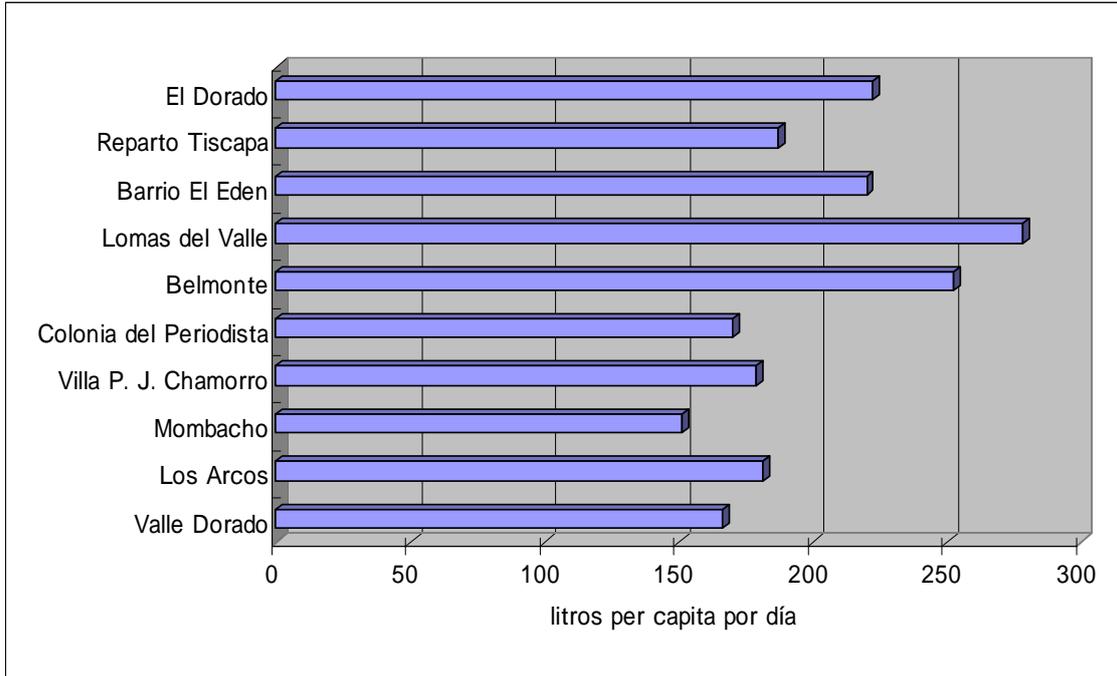
Hay varios tipos de conexiones ilegales tal como considera a continuación:

- (1) Los medidores de agua han sido retirados pero están conectados directamente.
- (2) Los medidores de agua han sido retirados pero están conectados con mangueras especialmente durante la noche, y
- (3) Los medidores y tuberías no pueden ser localizados pero se abastecen de agua por medio de tuberías de desvío (by-pass) instaladas por los usuarios ilegales.

### **ESTIMACION DE LOS CONSUMOS PER CÁPITA**

Los resultados del estudio continuo, por 24 horas, de medición de caudales también proporcionó información muy útil sobre el consumo actual de agua. La **Figura 2.4.11** resume los consumos de agua en cada micro sector, obtenido del análisis del caudal de entrada por 24 horas y del FMN. Para este análisis, todo el consumo de clientes no-domiciliarios (grandes consumidores) se deduce de los datos de caudal para obtener los consumos de los clientes domésticos con más precisión.

El consumo per cápita varía dentro del rango de 151 a 278 lppd que dependen del estilo de vida de los clientes y este a su vez relacionado con los niveles de ingreso económicos en los diferentes micro sectores inspeccionados.



**Figura 2.4.11 Consumo per Cápita en los 10 Microsectores**

Categorizando los micro sectores en dependencia de su Ingreso económico en "Ingresos Altos" y en "Ingresos Medios", los siguientes consumos per cápita se establecieron para los diferentes niveles del ingresos:

Para los usuarios de Altos Ingresos: 260 lppd  
 Para los usuarios de Ingresos medios: 175 lppd

Los usuarios en los asentamientos se categorizaron en el tipo de "Ingresos Bajos", y se le asignó una dotación per cápita de 160 lppd, dicha dotación es la que ha adoptado ENACAL para facturar a los clientes en los asentamientos, el promedio del consumo per cápita para todos los clientes domésticos para toda la ciudad de Managua se estimó entonces en 175 lppd considerado las proporciones de los números de conexiones para cada tipo de cliente.

**(3) Evaluación de los niveles actuales de fugas y desperdicio (pérdidas) de todo el Sistema de Managua.**

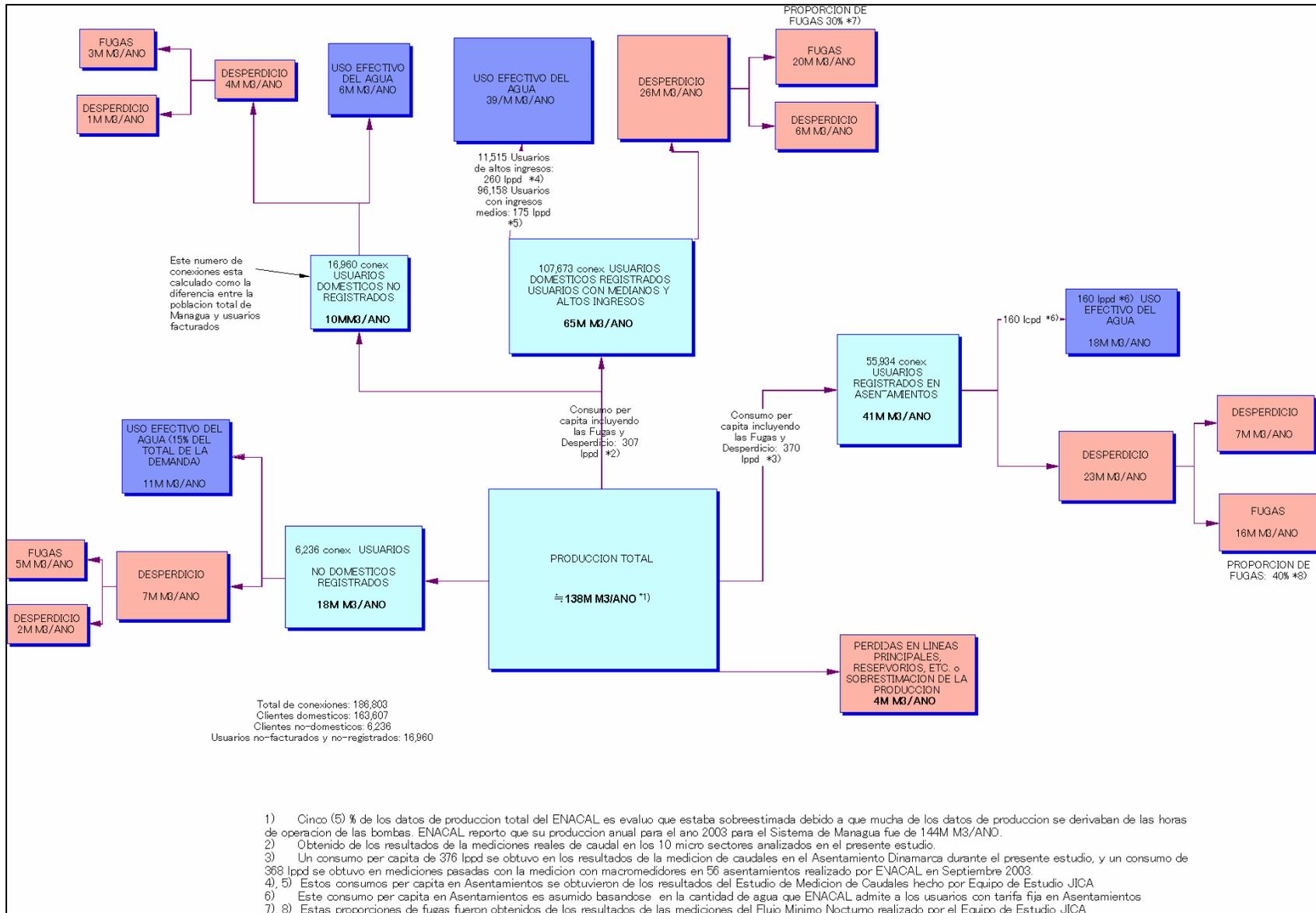
El uso actual del agua en todo el sistema de Managua se estimó basado en la información obtenida por este Estudio de Fugas, los registros de producción, y la información de los clientes recopilada en los diferentes departamentos relacionados del ENACAL.

Tal como se presumía, el 100% de la población de Managua actualmente es abastecida por el sistema de agua del ENACAL, también se asumió que la producción de las fuentes de agua estaba distribuida tal como se muestra en la **Figura 2.4.12**. Los usuarios de agua en Managua pueden categorizarse en cuatro tipos, **usuarios domésticos comunes** que son los clasificados principalmente como de ingreso medio o de alto ingreso dentro de la estructura tarifaria de agua vigente, los **usuarios de los Asentamiento**, **usuarios no-domésticos** y **otros usuarios** no registrados o suspensos, basados en sistema de facturación del ENACAL.

La **Figura 2.4.12** ilustra cómo se distribuye en la actualidad el agua producida a estos diferentes tipos de usuarios, sobre la base de la producción anual total del año 2003.

Del análisis mostrado en esta Figura se sugieren los siguientes indicadores importantes:

- **El Nivel de desperdicio (perdidas) incluyendo las fugas y desperdicio propiamente dicho, derivado del mal uso y el uso excesivo del agua por parte de los usuarios, se estima en un 45% en el todo el sistema de Managua.**
- **El Nivel de fugas en todo el sistema de Managua se estima por el orden del 35% en términos de porcentaje de la cantidad total de agua suministrada.**



1) Cinco (5) % de los datos de producción total del ENACAL es evaluo que estaba sobreestimada debido a que mucha de los datos de producción se derivaban de las horas de operación de las bombas. ENACAL reporto que su producción anual para el año 2003 para el Sistema de Managua fue de 144M M3/ANO.  
 2) Obtenido de los resultados de la mediciones reales de caudal en los 10 micro sectores analizados en el presente estudio.  
 3) Un consumo per capita de 376 lppd se obtuvo en los resultados de la medición de caudales en el Asentamiento Dinamarca durante el presente estudio, y un consumo de 368 lppd se obtuvo en mediciones pasadas con la medición con macromedidores en 56 asentamientos realizado por ENACAL en Septiembre 2003.  
 4), 5) Estos consumos per capita en Asentamientos se obtuvieron de los resultados del Estudio de Medicion de Caudales hecho por Equipo de Estudio JICA  
 6) Este consumo per capita en Asentamientos es asumido basandose en la cantidad de agua que ENACAL admite a los usuarios con tarifa fija en Asentamientos  
 7), 8) Estas proporciones de fugas fueron obtenidos de los resultados de las mediciones del Flujo Minimo Nocturno realizado por el Equipo de Estudio JICA

Figura 2.4.12 Uso Actual del Agua en Managua

### 2.4.3 Análisis de la Calidad del Agua

#### (1) Objetivos y Metodología del Análisis de Calidad del Agua

Los objetivos del análisis de calidad del agua son los siguientes:

- Evaluar la sostenibilidad de las fuentes de agua existentes en lo referente a la calidad del agua,
- Evaluar la explotación de nuevas fuentes de agua por lo que se refiere a la calidad del agua, y
- Evaluar la calidad de agua actual en las llaves (usuario final) en lo que se refiere a la seguridad bacteriológica.

Se tomaron para los análisis de calidad de agua, Diez (10) muestras de agua de las fuentes de agua existentes seleccionadas, cinco (5) muestras de las potenciales (probables) fuentes de agua, y se tomaron diez (10) muestras de agua directamente de la llave (grifo). Dado a la variación estacional de la calidad de agua, el muestreo se hizo dos veces en cada punto de muestreo durante el presente Estudio.

#### a) Ubicación de los puntos de muestreo

La ubicación de los puntos de muestreo de agua se definieron en estrecha consulta con ENACAL, el listado final de dichos puntos se da en los Cuadros 2.4.3, 2.4.4 y 2.4.5 para las fuentes de agua existentes, para las potenciales (probables) fuentes de agua y para las aguas de la llave (grifo), respectivamente. La ubicación geográfica de estos puntos de muestreo se presenta en las Figuras 2.4.13 y 2.4.14.

**Cuadro 2.4.3 Ubicación de los puntos de muestreo seleccionados para las Fuentes de Agua Existentes**

No.	Nombre	Punto de muestreo	Observaciones
1	Asososca	Antes y después de la desinfección con cloro	La única fuente de agua superficial en Managua
2	Las Mercedes	PP el No.5	Zona Baja al este de la ciudad, ubicado al norte de Managua II
3		PP No.9	
4	Distrito II	PP Monseñor Lezcano	Pozo típico de la Zona Baja al oeste de la ciudad
5	Managua UNO	PP E-3	Para evaluar la implicación de calidad de agua en la corrosión de bombas en el campo de pozos de Managua I
6		PP W-5	
7	Managua DOS	PP No.15	
8		PP No.7	
9	Veracruz	Veracruz No.3 (Valle Gothel 3)	Ubicado entre los campos de pozos de Managua I y Managua II
10	Distrito III	PP Julio Martínez	Pozo típico del área de la Zona de Alta al oeste de la ciudad.

**Cuadro 2.4.4 Ubicación de los puntos de muestreo para las potenciales (probables) fuentes de Agua**

No.	Nombre	Caudal (gpm)	Nivel de terreno (m)	Nivel Estático del Agua (m)	Observaciones
1	ANIVIC No.4 (SECTOR TISMA)	1100	157	20.8	Pozo para riego
2	CUATRO ESQUINAS (LA PIEDRA)	-	84	25.7	Pozo excavado a mano
3	POZO LOMAS DEL GAVILAN (1.5 KM AL NORTE DE NINDIRI)	160	215	89.8	Pozo para abastecimiento municipal
4	SIERRAS de POZO DORADAS (TICUANTEPE)	50	287	158	Pozo privado para abastecimiento de agua
5	SECTOR DEL GUAYABO	-	42	-	Lago de Nicaragua

**Cuadro 2.4.5 Ubicación de los puntos de muestreo seleccionados para la red en llaves (grifos)**

No.	Distrito	Punto de muestreo	Ubicación
1	D-II Batahola Norte	Colegio Carlos Fonseca	el km de Enacal 5 Sur 1 norte de al de C 2 arriba del
2	D-VI Unidad de Propósito	Colegio Modesto Armijo	De Gasolinera Texaco 6 c. Norte
3	D-VI Mayoreo	Gasolinera Shell Mayoreo	Contiguo a los semáforos del Mayoreo
4	D-II Monseñor Lezcano	Contiguo el fue del donde el Gasolinera Esso	Entrada principal Cementerio 1/2 C Este
5	D-V Veracruz	Escuela Víctor Manuel Lazo (Filial ENACAL)	Comunidad de la Veracruz
6	D-V Carretera Masaya	Gasolinera Texaco	Gasolinera Texaco Carretera Masaya
7	D-V 14 de Septiembre	Colegio 14 de Septiembre	Colegio 14 de Septiembre
8	D-III Hialeah	Pulpería	De la Rotonda del Periodista 6 c. Al Sur 1c. Arriba.
9	D-III El Pilar	Colegio Pilar	De Raspados Loly 1c abajo 2 c al sur
10	D-IV Santa Rosa	Colegio Santa Rosa	De semáforos Portezuelo 1 c al sur 3 c abajo.

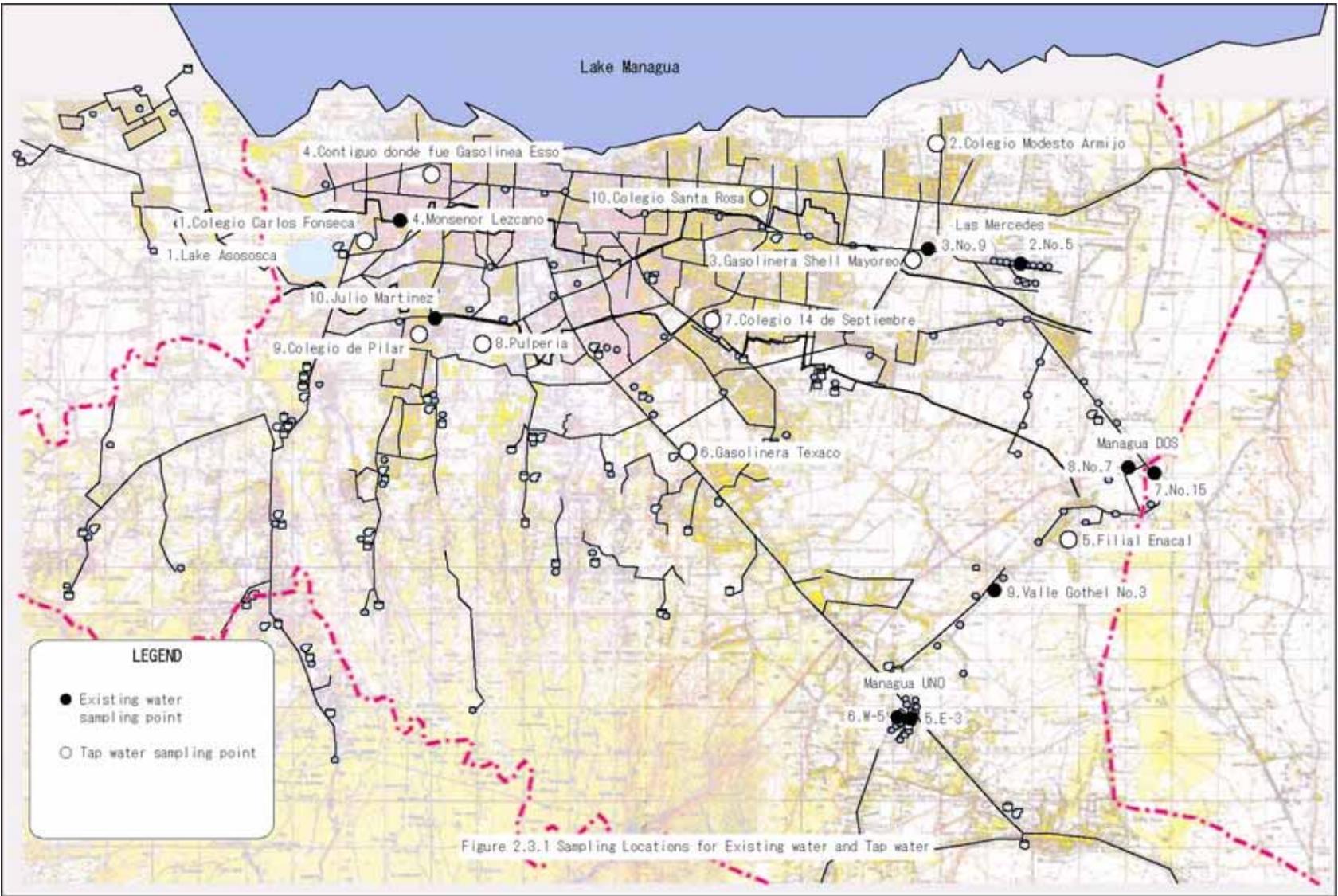


Figura 2.4.13 Ubicación de los puntos de muestreo para las fuentes de agua existentes y agua de la red (llaves)

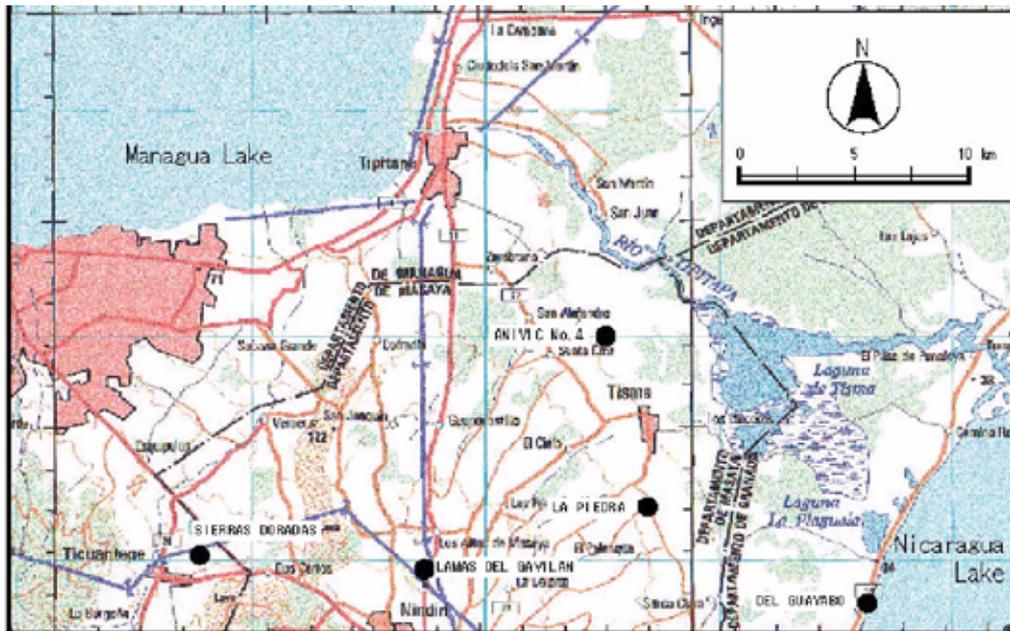


Figura 2.4.14 Ubicación de los puntos de muestreo para las fuentes potenciales de agua

**b) Parámetros de Calidad del Agua**

La lista de parámetros de calidad de agua que fueron analizados fue definida en consulta con ENACAL y se muestran en el Cuadro 2.4.6.

Desde que los propios datos de ENACAL estuvieron disponibles al equipo de estudio JICA, que en su mayoría son parámetros físicos y químicos comunes de calidad de agua para las fuentes de agua existentes, estos datos se utilizaron para la evaluación. En cambio, los parámetros BTEX, PAHs, Trihalometanos y clorofenoles fueron incluidos en la lista ya que ENACAL estaba preocupada por la contaminación por estas sustancias en algunas fuentes de agua existentes, pero no era capaz de realizar la determinación de estos parámetros en su laboratorio.

**c) Laboratorios**

La calidad del agua de los muestreos y los trabajos de análisis fueron contratados por el equipo de estudio a CIRA/UNAN, la cual fue seleccionada basándose en las recomendaciones de la Gerencia Ambiental de ENACAL. En lo referente a los tres parámetros: BTEX, Trihalometanos y Cloro fenoles, CIRA/UNAN subcontrató el trabajo de análisis a un laboratorio en Houston, Texas en Estados Unidos.

**Cuadro 2.4.6 Parámetros de Calidad de Agua que fueron analizados en el presente estudio**

	Parametro	Fuente Existente	Fuente Potencial	Agua de la red (llave)
1	Arsenico	X	X	
2	Boro	X	X	
3	Cadmio	X	X	
4	Cromo	X	X	
5	Plomo	X	X	
6	Mercurio Total	X	X	
7	Manganeso	X	X	
8	Sulfuro de Hidrogeno	X	X	
9	Aluminio	X	X	
10	Cobre	X	X	
11	Cianuro	X	X	
12	Zinc	X	X	
13	Oxigeno Disuelto	X	X	
14	pH	X	X	
15	Temperatura	X	X	
16	Conductividad Eléctrica	X	X	
17	Sodio		X	
18	Sulfatos		X	
19	Solidos Totales Disueltos		X	
20	Magnesio		X	
21	Calcio		X	
22	Potasio		X	
23	Carbonatos		X	
24	Bicarbonatos		X	
25	Color		X	
26	Turbidez		X	
27	Floruros		X	
28	Cloruros		X	
29	Nitratos (como NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )			
30	Nitritos (as NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )		X	
31	Dureza		X	
32	Hierro Total		X	
33	Indice de Langelier		X	
	Pesticidas <sup>(1)</sup>			
34	a-BHC	X	X	
35	b-BHC	X	X	
36	d-BHC	X	X	
37	Lindano	X	X	
38	Heptacloro	X	X	
39	Heptacloro epoxidoe	X	X	
40	a-Endasulfano	X	X	
41	b-Endasulfano	X	X	
42	Aldrin	X	X	
43	Dieldrin	X	X	
44	Endrin	X	X	
45	p,p'-DDE	X	X	
46	p,p'-DDD	X	X	
47	p,p'-DDT	X	X	
48	Toxafeno	X	X	
49	PAHs <sup>(2)</sup>	X	X	
50	BTEX <sup>(2)</sup>	X	X	
51	Trihalometanos <sup>(3)</sup>	X		
52	Clorofenoles <sup>(3)</sup>	X		
53	Coliformes Totales			X
54	Cloro Residual Libre			X

Nota: (1) Excepto PP Monseñor Lezcano que no está en riesgo de contaminación por pesticidas.

(2) Muestreado sólo en Las Mercedes PP No.5 y No.9, el PP Monseñor Lezcano, Ticuantepe, y Nindiri dónde existe preocupación por contaminación por derivados de petróleo por gasolineras cercanas o por el aeropuerto internacional.

(3) Sólo se muestreó la laguna de Asososca, después de la desinfección con cloro.

## (2) Resultados del Análisis de Calidad del Agua

### a) Fuentes de Agua Existentes

Los resultados de los análisis de calidad del agua para las 10 fuentes de agua existentes seleccionadas se resumen en el **Cuadro 2.4.7**.

**Cuadro 2.4.7 Resultados de Análisis de Calidad de Agua en las Fuentes de Agua Existentes**

Parametros	unidad	Limite de Deteccion	Epoca de Muestreo	Asososca		PP Monseñor Lezcano	PP Julio Martinez	Las Mercedes		Managua I		Veracruz No. 3	Managua II		Normas CAPRE		
				Superficie	Despues de Cloracion			PP No.5	PP No.9	PP E3	PP W5		PP No.7	PP No.15	Recomendado	Máximo	
Metales	As	µg/L	2.02	Lluviosa	3.85	5.94	7.17	10.34	9.72	2.37	<dl	3.28	4.43	14.88		10	
				Seca	4.27	5.02	5.38	10.14	10.47	<dl	<dl	<dl	3.36	3.36	12.38		
				Prom.	4.06	5.48	6.28	10.24	10.10	1.69	<dl	2.15	3.90	13.63			
	Cd	µg/L	0.15	Lluviosa	0.85	1.17	1.13	1.74	1.98	2.17	1.75	1.00	2.28	2.70		50	
				Seca	0.39	0.47	0.76	2.28	2.21	0.63	1.05	1.70	2.97	1.46			
				Prom.	0.62	0.82	0.95	2.01	2.10	1.40	1.40	1.35	2.63	2.08			
	Cr	µg/L	0.71	Lluviosa	<dl	<dl	<dl	2.64	<dl	1.92	1.17	<dl	2.52	3.66		50	
				Seca	<dl	<dl	<dl	<dl	1.70	2.60	<dl	1.22	3.94				
				Prom.	<dl	<dl	<dl	1.50	<dl	1.81	1.89	<dl	1.87	3.80			
	Pb	µg/L	4.64	Lluviosa	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	9.30		10
				Seca	<dl	14.28	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	16.14	15.90			
				Prom.	<dl	8.30	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	9.23	12.60			
Hg	µg/L	0.009	Lluviosa	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl		1	
			Seca	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl		
			Prom.	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl		
Mn	µg/L	1.4	Lluviosa	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	66.84		500	
			Seca	17.97	<dl	4.32	10.23	12.21	16.20	10.11	8.40	25.05	41.30				
			Prom.	9.34	<dl	2.51	5.47	6.46	8.45	5.41	4.55	12.88	54.07				
Al	µg/L	3.99	Lluviosa	65.55	95.85	175.35	70.50	70.20	376.80	109.20	51.45	112.50	78.60		200		
			Seca	111.00	166.95	154.86	1637.00	623.10	139.80	27.78	34.92	47.88	78.00				
			Prom.	88.28	131.40	165.11	853.75	346.65	258.30	68.49	43.19	80.19	78.30				
Zn	µg/L	35.95	Lluviosa	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	52.11	<dl	<dl	<dl	<dl		300		
			Seca	64.98	105.81	<dl	91.71	70.59	<dl	37.98	<dl	121.08	92.34				
			Prom.	41.48	61.89	<dl	54.84	44.28	35.04	27.98	<dl	69.53	55.16				
Cu	µg/L	3.84	Lluviosa	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	10.38	<dl	12.60	<dl	<dl		100		
			Seca	<dl	30.66	<dl	68.10	<dl	10.89	6.39	<dl	9.81	5.91				
			Prom.	<dl	16.29	<dl	35.01	<dl	10.64	4.16	7.26	5.87	3.92				
Parámetros Físico Químicos	Temperatura (en el sitio)		Lluviosa	27.5	28.3	27.9	28.9	29.7	27.5	27.8	27.2	31.6	40.3		18-30		
			Seca	29.1	27.5	27.9	30.1	30.3	27.2	27.3	28.1	27.5	40.9				
			Prom.	28.3	27.9	27.9	29.5	30.0	27.4	27.6	27.7	29.6	40.6				
	pH (en el sitio)		Lluviosa	8.18	7.57	7.71	7.72	7.61	6.31	6.72	6.92	6.54	4.03		6.5-8.5		
			Seca	8.08	7.97	7.32	8.10	7.97	6.23	6.57	7.29	6.50	7.04				
			Prom.	8.13	7.77	7.52	7.91	7.79	6.27	6.65	7.11	6.52	5.54				
	Conductividad Eléctrica (en el sitio)	uS/cm	Lluviosa	562.0	481.0	426.0	566.0	634.0	892.0	601.0	748.0	1349.0	1921.0		400		
			Seca	490.0	429.0	441.0	534.0	625.0	908.0	581.0	745.0	1292.0	1866.0				
			Prom.	526.0	455.0	433.5	550.0	629.5	900.0	591.0	746.5	1320.5	1893.5				
	OD	mg/L	Lluviosa	8.50	3.73	4.14	1.66	3.94	8.70	14.51	1.66	0.84	0.84				
			Seca	3.07	3.07	3.60	4.10	6.96	8.64	10.10	2.10	1.26	<0.2				
			Prom.	8.50	3.40	3.87	2.88	5.45	8.67	12.31	1.88	1.05	0.84				
B	mg/L	0.02	Lluviosa	0.26	0.24	0.21	0.71	0.07	0.68	0.30	0.58	1.78	4.89				
			Seca	0.13	0.12	0.28	0.21	0.34	0.19	0.29	0.96	2.24					
			Prom.	0.26	0.19	0.17	0.50	0.14	0.51	0.25	0.44	1.37	3.57				
Cianidos	mg/L	0.05	Lluviosa	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl		0.05		
			Seca	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl			
			Prom.	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl			
H2S	mg/L	1.00	Lluviosa	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl		0.05		
			Seca	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl			
			Prom.	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl			
PAH	Acenachileno	µg/L	0.047	Lluviosa	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl				
				Seca	nd	nd	0.056	nd									
				Prom.	<dl	<dl	0.028	<dl									
	Naftaleno	µg/L	0.050	Lluviosa	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl			
				Seca	<dl	<dl	0.081	<dl									
				Prom.	<dl	<dl	0.083	0.14									
	Fluoreno	µg/L	0.020	Lluviosa	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl			
				Seca	nd	nd	0.021	<dl									
				Prom.	<dl	<dl	0.016	<dl									
	Fenantreno	µg/L	0.015	Lluviosa	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl		0.2	
				Seca	<dl	<dl	0.031	<dl									
				Prom.	<dl	<dl	0.019	<dl									
Antraceno	µg/L	0.001	Lluviosa	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl				
			Seca	nd	nd	0.002	0.001										
			Prom.	<dl	<dl	<dl	<dl										
Fluoranteno	µg/L	0.046	Lluviosa	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl				
			Seca	<dl	<dl	0.135	0.058										
			Prom.	<dl	<dl	0.079	0.041										
Pesticidas	Heptacloro	ng/L	0.16	Lluviosa	3.43	nd	3.02	3.55	nd	nd	8.27	nd	nd		30		
				Seca	0.87	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
				Prom.	2.15	nd	1.51	1.78	nd	nd	4.14	nd	nd	nd			

- Nota:** (1) La temperatura, el pH, y la Conductibilidad Eléctrica (CE) fueron medidos en el sitio.  
 (2) Los Clorofenoles, Trihalometanos, y BTEX se analizaron para las muestras después de la desinfección con cloro.  
 (3) Las guías CAPRE para PAHs es para PAHs totales. nd: No se detecto <el dl: por debajo del límite de detección.

Los resultados de pesticidas y PAHs se dan solo para los datos que se detectaron positivos ver **Cuadro 2.4.7**. No se descubrieron BTEX, Trihalometanos y Clorofenoles en ninguna de las muestras, por tanto estos resultados no se presentan en la cuadro referido. Los datos de los análisis

completos que incluyen estos resultados se presentan en el **Informe Complementario No.2 Anexo 2A.**

La mayoría de parámetros de calidad de agua de las fuentes de agua existentes, a excepción de las substancias debajo detalladas, conforman la Norma Nacional de Calidad del Agua de Bebida para Nicaragua, la cual fue establecida en 1994. Esta norma fue adoptada por el Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua y Saneamiento Potable de Centroamerica, Panamá y Republica Dominicana (de aquí en adelante se llamaran "normas CAPRE") de la cual ENACAL era parte y las cuales se refieren en su mayoría a la Guías para la Calidad del Agua de Bebida de la OMS de 1993 (la cuales de aquí en adelante se denominarán "normas OMS").

#### **Arsénico**

Las concentraciones Arsénico excedieron el valor sugerido por la Guía CAPRE en las muestras del pozo Las Mercedes No.5, pozo Las Mercedes No.9 y el pozo de Managua II No.15.

#### **Plomo**

Las concentraciones de Plomo, en los Pozos de Monseñor Lezcano, No. 7 de Managua II y No. 15 de Managua II, exceden el valor guía de la norma CAPRE.

#### **Aluminio**

La concentración de Aluminio en los pozos No. 5 de Las Mercedes, No. 9 de Las Mercedes y E3 de Managua I, excedieron el valor recomendado por la Guía de CAPRE.

#### **PAHs**

Seis tipos de los Hidrocarburos Poli cíclicos Aromáticos (que de aquí en adelante se denominaran "PAHs"), fueron detectados en los pozos No. 5 Las Mercedes y tres tipos de PAHs se descubrieron en el pozo No. 9 de Las Mercedes. El PAHs total en el pozo No. 5 de Las Mercedes excedió el valor recomendado por las Guías CAPRE.

#### **Pesticidas**

Uno de los pesticidas, el Heptacloro, fue detectado en la Laguna de Asososca y en los pozos No. 5 y No. 9 de Campo Las Mercedes. Sin embargo, estas concentraciones estaban por debajo del valor guía de CAPRE.

#### **BTEX**

BTEX se analizó para las muestras de Las Mercedes PP el No.5 & No.9, el PP Monseñor Lezcano, Ticuantepe, y Nindirí, pero no descubrió de ninguno de las muestras.

#### **Trihalometanos y Clorofenoles**

Los Trihalometanos, y Clorofenoles sólo se analizaron para el agua de la laguna de Asososca, pero no se detectaron.

#### **Nitrato (como NO<sub>3</sub> -)**

- Revisando el vasto registro (archivos) del ENACAL de datos de análisis de calidad de agua para las fuentes de agua existentes, las concentraciones de nitrato en varios pozos localizados en el área central de Managua de la Zona Baja, llamaron la atención.
- El pozo del Mercado Oriental (No.10) mostró concentraciones del nitrato altas que exceden 100 mg/l, en los datos correspondientes al año 1998, y este pozo tiene una tendencia de concentraciones del nitrato altas que frecuentemente exceden el nivel aceptable máximo de norma CAPRE.
- Otros pozos como el Olof Palme (No.9) y San Antonio (No.8), también muestran una tendencia de aumento en la concentración de nitrato. Las concentraciones del nitrato se

han duplicado durante los últimos 10 años, tal como se muestra en la **Figura 2.7.8 del Informe Complementario No. 2**.

Entre las muestras analizadas durante el presente Estudio, se detectaron, en algunos pozos, arsénico plomo, aluminio y PAHs en niveles que exceden los valores de guías de CAPRE. Este hecho, sin embargo, necesariamente no significa que la calidad de agua del agua que esta siendo distribuida, no sea adecuada para la ingesta directa. Ya que el sistema de abastecimiento de agua de la ciudad de Managua, en la actualidad, esta extrayendo las aguas de más de 110 fuentes de agua, se recomienda llevar a cabo posteriores análisis de las concentraciones de estas sustancias para asegurar la aptitud del agua para bebida y evaluar la magnitud y extensión de tales contaminantes en el área del Estudio.

#### **b) Potenciales (probables) Fuentes de Agua**

Se tomaron las muestras de agua de cinco fuentes potenciales. Los resultados de los análisis se resumen en el **Cuadro 2.4.9**, se da el promedio para las estaciones lluviosa y seca, y sus evaluaciones se describen a continuación:

- Lago de Nicaragua: Exceptuando las concentraciones de aluminio y hierro, todos los otros parámetros de calidad de agua analizados, están conformes con los valores guías de las normas CAPRE. De todas las fuentes potenciales examinadas en el presente estudio, las aguas de este Lago son las más promisorias en términos de calidad de agua.
- Lomas Del Gavilán: La concentración del manganeso en la estación lluviosa excede el valor recomendado por las guías CAPRE. Alta concentración de aluminio también se detecto en la estación seca. Se considera que esta fuente es la segunda más probable (promisoria) en lo referente a la calidad del agua.
- Sierras Doradas: Las concentraciones de plomo, aluminio, magnesio y de potasio excedieron los valores de la guía. El potencial desarrollo de esta fuente es baja.
- Avinic No.4: Este pozo para riego tiene altas concentraciones de arsénico y de hierro que exceden la guía de CAPRE. El sulfato también es más alto comparado con las otras muestras. Esta fuente no es, por consiguiente, recomendable para el desarrollo futuro.
- Cuatro Esquinas: La muestra de agua de este pozo excavado mostró altas concentraciones de aluminio. Se detectó Pp-DDT aunque la concentración estaba por debajo del valor guía de norma de CAPRE. Este pozo parece estar bastante susceptible a la contaminación en el futuro.

**Cuadro 2.4.8 Resultados de Análisis de Calidad de Agua en las Fuentes Potenciales de Agua**

Parámetros	Puntos de muestreo	Unidad	Lago de Nicaragua	Nindiri	Ticuantepé	Tisma	Tisma	CAPRE Valor guía máximo
			El Guayabo	Lomas Del Gavilan	Sierra Doradas	Avinic No.4	Cuatro Esquinas	
Metales	As	ug/L	<ld	<ld	2.27	23.53	<ld	10
	Cd	ug/L	0.34	1.24	2.40	2.21	0.45	50
	Cr	ug/L	1.14	1.44	1.18	<ld	<ld	50
	Pb	ug/L	<ld	<ld	28.13	<ld	<ld	10
	Hg	ug/L	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld	1
	Mn	ug/L	50.0	83.90	48.26	18.80	39.30	500
	Al	ug/L	1497.08	1209.75	662.33	145.95	303.00	200
	Fe	mg/L	0.81	0.04	0.07	0.28	0.17	0.3
	Zn	ug/L	<ld	37.23	342.30	181.26	58.47	300
	Cu	ug/L	6.60	4.44	11.28	<ld	<ld	200
Parámetros Físicos - Químicos	Temperatura <sup>(2)</sup>		30.1	29.0	28.5	34.8	29.8	
	pH <sup>(1)</sup>		8.19	7.48	6.66	8.50	7.49	
	pH <sup>(2)</sup>		8.06	7.21	6.28	8.25	6.87	
	EC <sup>(1)</sup>	uS/cm	251.5	600.5	1239.5	513.3	433.5	
	EC <sup>(2)</sup>	uS/cm	249.5	618.5	1236.5	596.0	478.0	
	DO	mg/L	8.45	1.14	0.93	2.28	2.42	
	Indice de Langelier		0.53	-0.17	-0.26	-0.26	0.16	
	Turbidez	NTU	12.7	0.32	0.66	2.06	2.45	5
	TDS	mg/L	143.08	394.35	880.05	366.91	307.77	1000
	Color	mg/L-Pt-Co	10.0	<5.0	5.0	<5.0	5.0	15
	Dureza	mg/L	66.53	177.02	499.64	17.71	189.60	
	Alcalinidad	mg/L	86.10	306.45	728.80	234.88	219.43	
	Na	mg/L	21.80	69.60	114.50	117.50	18.10	200
	K	mg/L	4.44	10.12	22.85	9.55	7.01	10
	Mg	mg/L	6.54	21.02	55.50	2.05	11.72	50
	Ca	mg/L	15.88	36.29	108.72	3.72	56.67	
	CO3-	mg/L	10.56	< 2.00	< 2.00	21.35	< 2.00	
	HCO3-	mg/L	94.34	373.94	889.31	243.22	267.76	
	SO4	mg/L	8.09	5.58	28.68	22.15	3.34	250
	Cl	mg/L	19.46	10.37	23.66	19.37	7.58	250
	NO3-	mg/L	<dl	5.80	3.68	<dl	5.98	50
	NO2-	mg/L	<dl	0.01	0.00	<dl	0.11	
	F	mg/L	0.23	0.28	0.77	0.52	0.21	0.7-1.5
	Balance Iónico	%	2.51	1.40	1.66	3.88	1.85	
	SiO2	mg/L	15.00	51.44	84.42	51.15	65.52	
	B	mg/L	0.20	0.35	0.55	0.84	0.18	0.5(WHO)
	CN-	mg/L	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl	0.05
	H2S	mg/L						0.05
PAH	Acenachileno	ug/L		0.124	0.271			0.2 <sup>(3)</sup>
	Naftaleno	ug/L		0.146	0.076			
	Fenantreno	ug/L		0.025	<dl			
	Dibenzo(a,h) anthracene	ug/L		0.024	nd			
Pesticidas	pp-DDE	ng/L	nd	nd	nd		1.00	2000
BTEX	Benzene	ug/L		nd	nd			

**Nota:** (1) El pH, y la Conductibilidad Eléctrica (CE) fueron medidos en el laboratorio.

(2) La temperatura, el pH, y la Conductibilidad Eléctrica (CE) fueron medidos en el sitio.

(3) la norma CAPRE para PAHs solo se refiere a PAHs total.

Nd: no detectado <dl; por debajo del límite de detección

### c) Agua de la red (llave)

Se tomaron muestras de agua de la llave (red) en 10 lugares, para el examen de organismos coliformes y el cloro residual libre y conocer así la aptitud (seguridad) bacteriológica de agua distribuída. Los resultados de dos muestras estacionales en cada uno de los puntos de muestreo se dan en el **Cuadro 2.4.9**.

Ningún organismo coliforme se detectó en ninguna de las muestras tomadas. La concentración de cloro residual, sin embargo, fluctuó entre menos de 0.2 mg/l a 3.0 mg/l. Tal fluctuación implica que se podría estar sub-dosificando o se podría estar sobre-dosificando el cloro en el sistema existente.

Aunque la concentración máxima encontrada de cloro residual es más baja que el nivel máximo aceptable de las guías CAPRE de 5 mg/l, todavía es muy más alta que el valor recomendable de 0.5 - 1.0 mg/l.

Por otro lado, la concentración más baja de menos de 0.2 mg/l se detectó en cinco muestras. Este resultado de cloro residual no garantiza el cloro residual suficiente disponible en estos puntos pero no se detectó contaminación bacteriológica ya que los resultados de las pruebas del coliformes fueron negativas, esto en lo referente a las aguas de las llaves (red).

**Cuadro 2.4.9 Resultados de Calidad de Agua de las llaves (red)**

No.	Punto de muestreo	Organismos Coniformes Para ambas estaciones	Cloro residual (mg/l)	
			Estación seca	Estación lluviosa
1	Colegio Carlos Fonseca, Batahola Sur	nd	3.0	1.5
2	Colegio Modesto Armijo	nd	3.0	1.5
3	Gasolinera Shell Mayoreo	nd	1.5	1.5
4	Contiguo donde fue Gasolinera Esso, Monsenor Lezcano	nd	<0.2	<0.2
5	Escuela Víctor Manuel Lazo(Filial ENACAL)	nd	<0.2	<0.2
6	6 Gasolinera Texaco, Las Colinas	nd	3.0	3.0
7	Colegio 14 de Septiembre	nd	3.0	<0.2
8	Pulpería de Hialeah	nd	<0.2	1.0
9	Colegio el Pilar	nd	<0.2	<0.2
10	Colegio Santa Rosa	nd	3.0	1.0

**Nota:** nd: no se detectó

### (3) Análisis Complementarios de la Calidad del Agua

Como resultado de los análisis de la calidad del agua se encontró que tres pozos existentes contienen arsénico con concentraciones que exceden el límite máximo permitido por los estándares de agua para beber de 10 ppb y también se encontró que tres pozos existentes contienen plomo en concentraciones mucho mayor al límite permitido de 10 ppb. Con el propósito de investigar el alcance de los problemas el equipo de estudio efectuó análisis complementarios de calidad de agua para examinar concentraciones de arsénico en todos los pozos existentes de ENACAL en el área de estudio y la concentración de plomo en 28 pozos seleccionados. En esta ocasión, el equipo de estudio contrató a LAQUISA (Laboratorios Químicos Sociedad Anónima).

Los resultados generales de los análisis y nuestras recomendaciones se resumen de la siguiente manera:

**a) Arsénico**

Quince pozos en la Zona Baja y Zona Alta se encontró que tenían arsénico con concentraciones iguales o mayores a 8 ppb. Entre estos, 4 tienen concentraciones que exceden el límite máximo permisible por los estándares de agua para tomar (10 ppb). Por otro lado, las concentraciones de arsénico de los pozos existentes en la Zona Alta Superior son generalmente bajas. Todos los pozos existentes en el área de estudio se clasificaron en 4 categorías presentadas en el **Cuadro 2.4.10** basados en sus actuales concentraciones de arsénico. Se recomienda que las acciones correctivas para los pozos en la Categoría A sean realizadas lo más pronto posible ya que sus concentraciones actuales exceden los 10 ppb. Se recomienda que las acciones correctivas para los pozos en la categoría B se hayan implementado totalmente para el año meta 2015 del plan de mejoramiento a largo plazo. La concentración de arsénico que aparece en el **Cuadro 2.4.10** es definida como la concentración de las aguas mezcladas en el caso que donde se produzca el agua sea de más de un pozo, en caso contrario deberá mezclarse antes de ser distribuida a los usuarios.

**Cuadro 2.4.10 Clasificación de los pozos existentes por su concentración de Arsénico**

Categoría	Concentración de Arsénico: X (ppb)	Urgencia para Tomar acciones	Acciones
A	$X \geq 10.0$	Extremadamente Alta	Las acciones correctivas deben ser completadas lo más pronto posible
B	$8.0 \leq X < 10.0$	Alta	Las acciones correctivas deben ser completadas a más tardar en el 2015
C	$6.0 \leq X < 8.0$	Media	No se requiere de acciones inmediatas. En su lugar, la concentración de arsénico debe ser monitoreada a fondo 4 veces al año (cada 3 meses) basado en cual decisión se tome si es necesario pueden tomarse algunas medidas antes del 2015
D	$X < 6.0$	Baja	No se requiere de acciones antes del 2015 excepto que la concentración de arsénico debe ser monitoreada dos veces al año (una en la estación seca y otra en la lluviosa) y los datos obtenidos deben ser evaluados respecto a los cambios de concentración en el tiempo.

Todos los pozos de ENACAL en el estudio se clasificaron en base a sus actuales concentraciones de arsénico. Como resultado, los siguientes 15 pozos fueron clasificados en categoría A o B y se desarrollaron acciones correctivas en este estudio.

Categoría	Concentración de Arsénico: X (ppb)	Cantidad de Pozos	Numero de Identificación del Pozo
A	$X \geq 10.0$	4	27,28,29,46
B	$8.0 \leq X < 10.0$	11	8,10,11,30,52,57,68,77,78,91,112

**b) Plomo**

Las concentraciones de plomo encontradas fueron menores al límite de detección en todos los 28 pozos muestreados en los análisis complementarios de calidad de agua. Para una confirmación final se tomó una muestra adicional de los tres pozos con mayores concentraciones de plomo que habían sido detectados anteriormente y se analizaron nuevamente. Como resultado, ninguno de estas muestras adicionales presentó concentraciones de plomo sobre los límites de detección. Se concluyó partiendo de los resultados de análisis complementarios que el plomo no es un problema.

#### (4) Capacidad de laboratorios locales para el análisis de arsénico

Solamente dos laboratorios fueron identificados con capacidad para analizar arsénico en Nicaragua. Estos son:

- (i) CIRA/UNAN (Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua/Universidad Autónoma de Nicaragua) en Managua
- (ii) LAQUISA (Laboratorios Químicos Sociedad Anónima) en León

El equipo de estudio visitó esos laboratorios, inspeccionó el equipo de análisis que utilizan y se entrevistó a los laboratoristas que están a cargo de los análisis de arsénico sobre los métodos usados para la calibración del equipo y para el control de calidad de sus trabajos de análisis. Adicionalmente, a cada laboratorio se le solicitó analizar varias muestras de control las que solamente el equipo de estudio conocía su ubicación de la muestra y los valores de concentración de arsénico (obtenidos de los análisis anteriores). Como resultado, se encontró que LAQUISA practica mejores controles de calidad que CIRA/UNAN. Los resultados de los análisis presentados para las muestras de control por parte de LAQUISA también resultaron ser más consistentes que las presentadas por CIRA/UNAN. Por lo tanto, se recomienda que cuando exista una necesidad para ENACAL de analizar arsénico, debería contratar los trabajos de análisis a LAQUISA.

## 2.5 ESTUDIO SOBRE CONSUMO Y USO RACIONAL DEL AGUA

### 2.5.1 Metodologías Utilizadas para los Estudios

La muestra para el Estudio sobre el Consumo doméstico y uso racional del agua fue seleccionada sobre la base de la última base de datos de los usuarios del ENACAL (Agosto del 2004), distribuyendo el número total de la muestra (450 casas) en las 10 zonas comerciales del ENACAL en Managua (para la distribución de las Zonas Comerciales del ENACAL ver Figura del **Anexo 6.E**, del **Informe Complementario No.6**), y en los Municipios de Ticuantepe y Nindirí proporcionalmente a su población residencial; la identificación y selección de las casas en cada zona se hizo de forma aleatoria utilizando la última base de datos de los usuarios del ENACAL.

La muestra para el estudio de consumo industrial se seleccionó clasificando a este tipo de usuarios en tres tipos: los que utilizan sólo el servicio de ENACAL, los poseen su propio pozo de servicio, y los que tienen un servicio de mixto o combinado; se trato de distribuir la muestra en toda el Área del Estudio, para cubrir todos los tipos de consumidores ya sea con servicio propio y los con servicio mixto se asigno un número de muestras (18 muestras), el resto de muestras programadas (33 muestras) se asignaron a los usuarios que solo se abastecen con el servicio del ENACAL estos se identificaron y seleccionaron de forma aleatoria. La muestra para el estudio de consumo comercial-institucional se distribuyo el total de muestras programadas (100 usuarios) en las 10 zonas comerciales de Managua, Ticuantepe y Nindirí proporcionalmente a la cantidad de usuarios del tipo comercial-institucional en cada zona; la identificación y selección del número de usuarios comercial-institucionales a ser encuestados de cada zona, se hizo de forma aleatoria (utilizando un programa - software aleatorio).

Se emplearon diez encuestadores que se distribuyeron en cinco equipos para realizar el estudio (encuesta) de consumo doméstico, industrial y comercial-institucional, estos fueron entrenados durante el período que se realizó un estudio (encuesta) de pre-prueba. Los funcionarios de ENACAL confeccionaron y supervisaron el formato de la encuesta y el Equipo de Estudio de JICA supervisó las entrevistas y las entrevistas inconsistentes fueron corregidas debidamente.

Para el estudio se confeccionaron tres tipos de encuestas: una para los usuarios domésticos, otra para los usuarios del tipo comercial – institucionales y otra para los industriales (para detalles Ver

**Informe Complementario No.6).** Las encuestas una vez llenadas por los encuestadores se verificaron y procesaron por funcionarios de ENACAL y por el Equipo de Estudio de JICA.

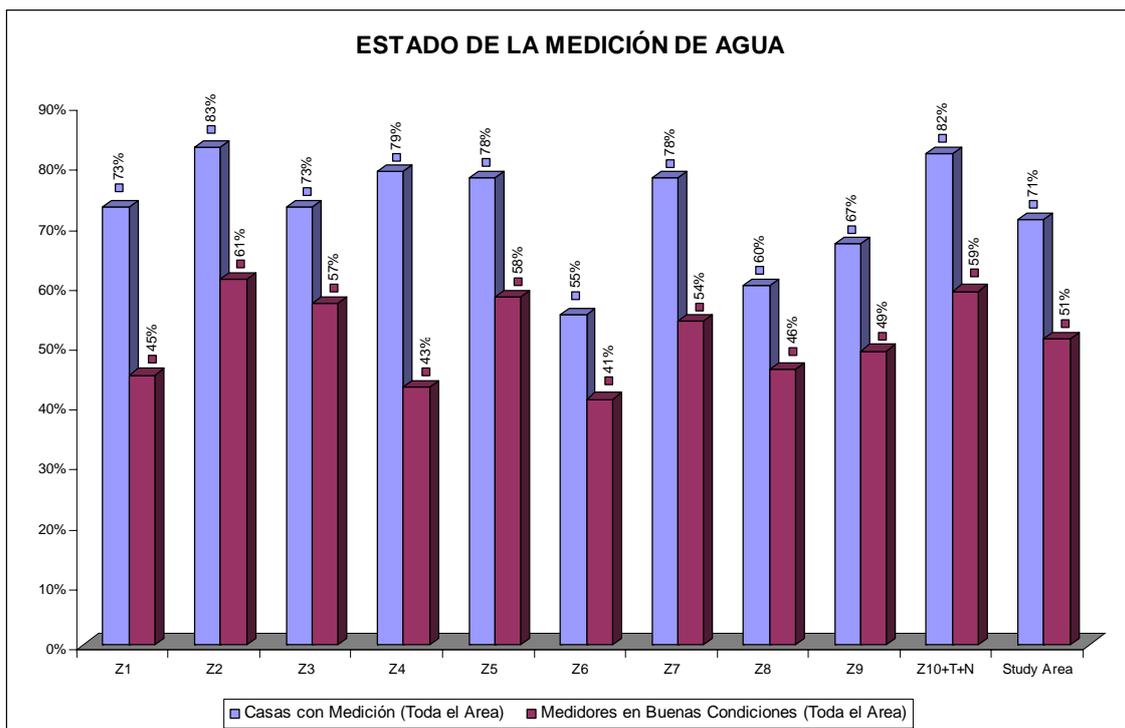
## 2.5.2 Consumo de agua por Usuarios Domésticos

### (1) Tamaño del hogar, Cobertura de los servicios de Suministro de Agua y Alcantarillado Sanitario y Años de Servicio

El tamaño promedio del hogar para todos los usuarios domésticos es de 5.07 personas por hogar dentro del Área del Estudio. En el Área del Estudio, el 96% de usuarios utilizan el servicio del ENACAL para su suministro de agua. Los años promedio del servicio de suministro de agua son de más de 20 años en toda el área. El servicio de alcantarillado Sanitario del ENACAL, a excepción de la Zona 4 (una zona especial, aislada, ubicada del lado oriental y con nivel alto en Managua con un área residencial de ingresos altos), las con la más baja cobertura de suministro de agua y alcantarillado sanitario son las Zona 8, 9, 5, 6 y 7.

### (2) Estado de los medidores de agua

Sólo 70% de usuarios Domésticos tienen medidores de agua y un 51% de ellos no están funcionando. (Ver **Figura 2.5.1**).



**Figura 2.5.1 Estado de la Medición de Agua**

### (3) Consumo de agua

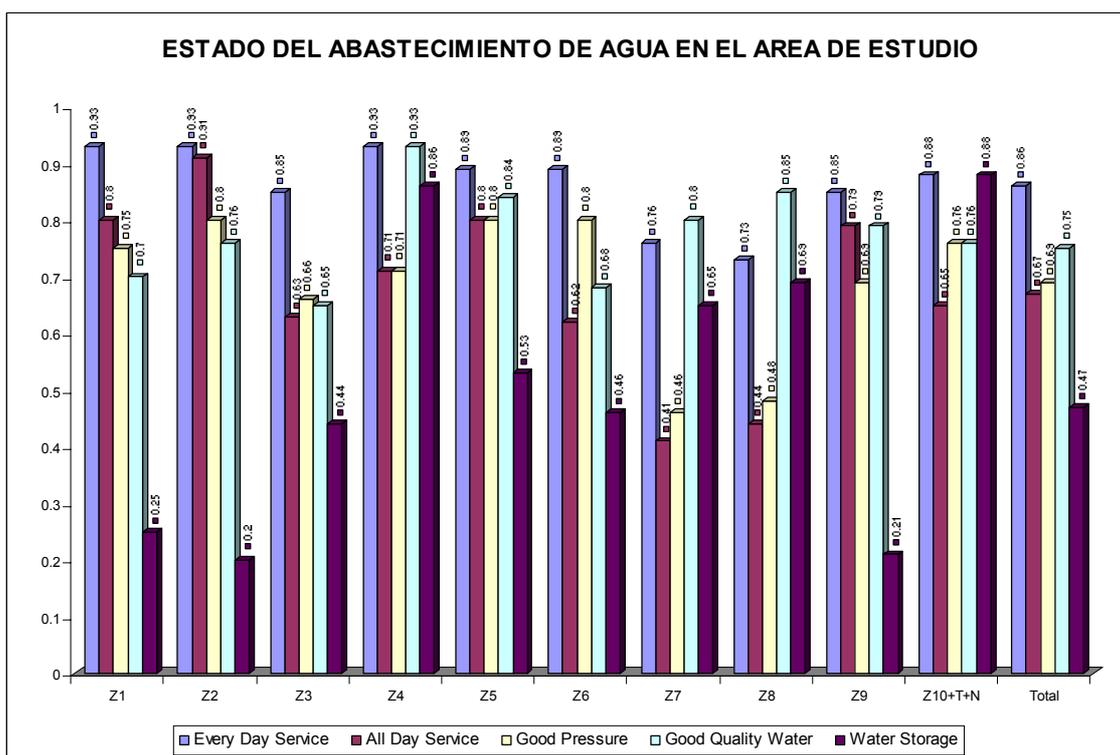
Según el registro sobre medidores que lleva ENACAL, el consumo promedio mensual de agua por casa para los últimos 12 meses en las casas encuestadas es de 28.73 m<sup>3</sup>/mes (Ver **Cuadro 2.5.1**). Considerado el tamaño del hogar encuestado (5.07 personas por casa), el promedio del consumo per cápita es de 189 litros/día.

**Cuadro 2.5.1 Registro del Consumo de los últimos 12 de Meses (m<sup>3</sup>/mes)**

Zona	Consumo promedio de los últimos 12 meses
1	24.80
2	26.84
3	36.18
4	20.88
5	33.14
6	30.63
7	35.12
8	16.67
9	25.83
10+T+N	21.40
Área de estudio	28.73

**(4) Condición de Suministro de agua**

Un 86% de los consumidores tienen el servicio de agua todos los días. Pero sólo el 67% de los usuarios tienen el servicio de agua durante todo el día. El 69% de los consumidores tienen el servicio de agua con buena presión. Un suministro de agua débil se está dando en las zonas comerciales 3, 6, 7 y 8. El 75% de los consumidores están satisfechos con la calidad del agua suministrada. Alrededor de la mitad de los usuarios almacenan agua, pero esta proporción es muy baja en las Zonas Comerciales 1, 2 y 9.



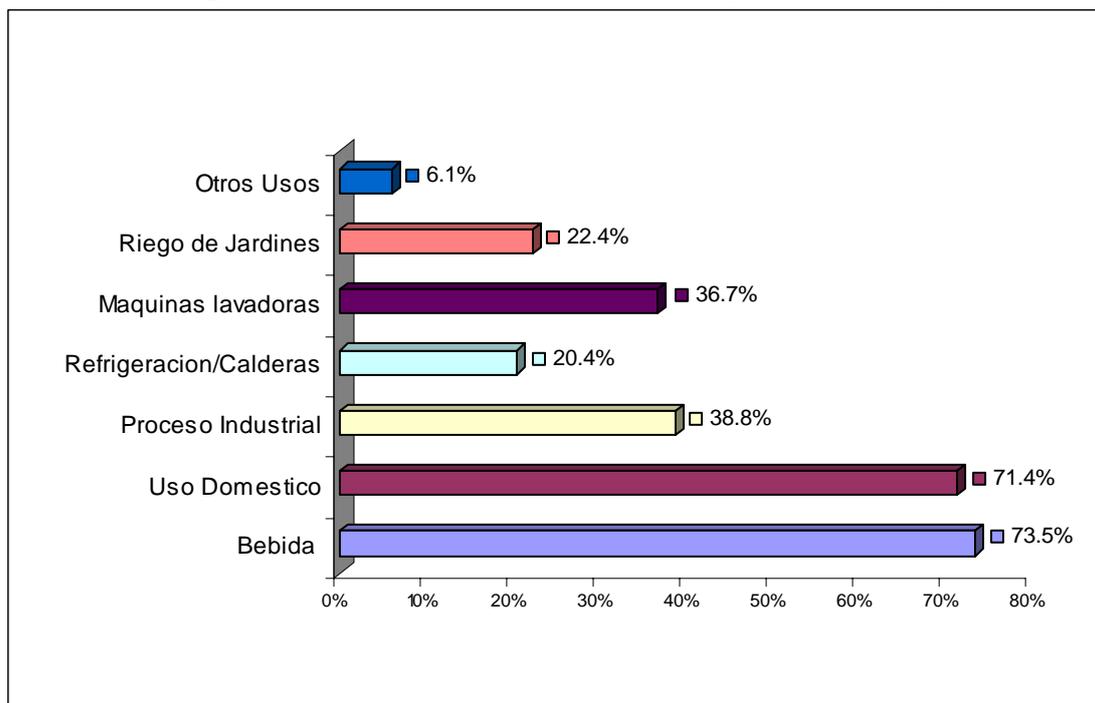
**Figura 2.5.2 Condición del Suministro de Agua**

**2.5.3 Consumo de agua por los Usuarios Industriales**

**(1) Usos del agua**

El 38.8% de las industrias usan el agua para el proceso industrial propiamente dicho, el 20.4% de ellos la usan para la refrigeración y calderas, el 36.7% usan el agua para las lavadoras. El 71.4%

de las industrias usan de agua para las necesidades sanitarias (uso domésticos) de sus empleados y el 73.5% de ellos usan el servicio de agua para propósitos de bebida. El consumo promedio del agua de ENACAL para fines industriales es de 621.3 m<sup>3</sup>/mes. (Ver **Figura 2.5.3**).



**Figura 2.5.3 Uso del Agua en el Sector Industrial**

## (2) Estado del Suministro de agua

El 98% de los usuarios industriales que utilizan el servicio del ENACAL reciben suministro de agua todos los días, el 89% de las industrias tienen servicio todas las horas del día. El 87% de las industrias tienen buena presión en el servicio de ENACAL, el 22% de las industrias tienen servicio pobre en calidad de agua: 4% en olor, 6% en color, 8% en sabor y 16% en otros problemas de calidad.

## 2.5.4 Consumo de agua por los Usuarios Institucionales y Comerciales

### (1) Tipos de Usuarios Institucionales y Comerciales y Tipo de Usos del Agua

El 3% de los usuarios son organizaciones gubernamentales, un 10% centros educativos, un 1% son hospitales y clínicas, un 5% son hoteles, un 23% tiendas, un 19% oficinas y un 39% son otros usuarios comerciales. El 8% de los usuarios catalogados como institucionales y comerciales usan el agua para las necesidades básicas de sus empleados y/o estudiantes, el 85% para visitantes o clientes, 22% para el riego del jardín local, un 38% para otros usos. El consumo promedio de estos usuarios es 165 m<sup>3</sup>/mes..

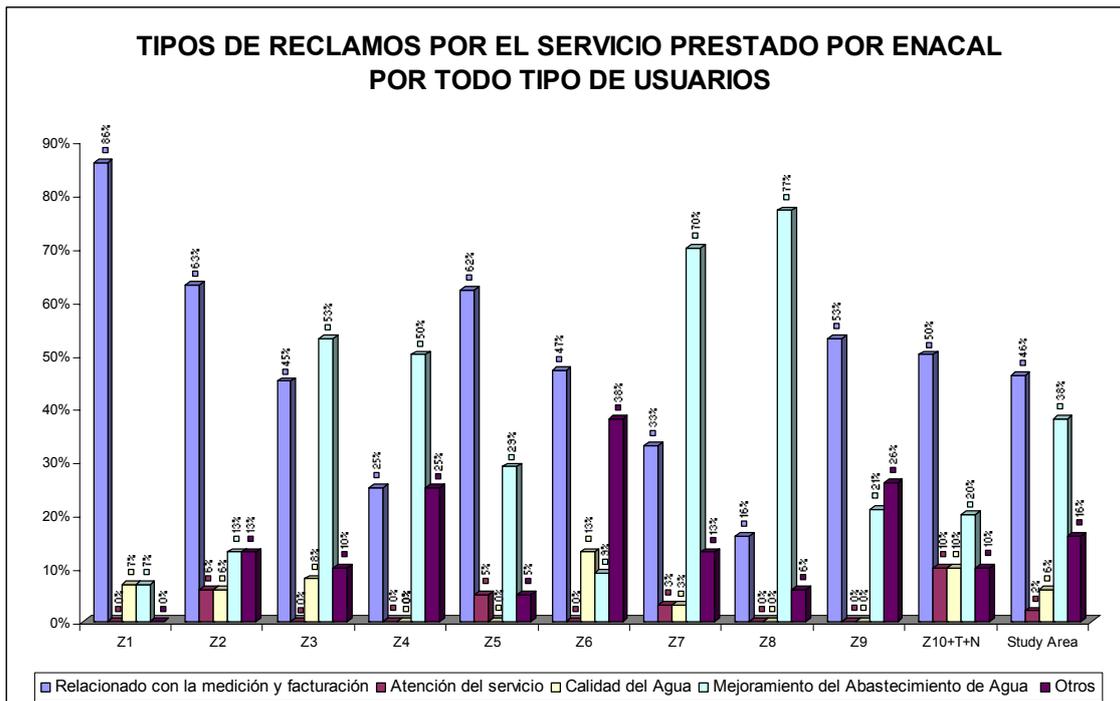
### (2) Estado del Suministro de agua

El 86% de los usuarios tienen servicio todos los días, un 74% de los usuarios tienen el servicio todo el día, un 77% de los usuarios tienen el servicio con buena presión. Sólo 64% de los usuarios tienen el servicio con buena calidad de agua, un 9% con agua con olor, un 6% con color, un 12% con mal sabor y un 14% con otros problemas de calidad.

## 2.5.5 Estudio sobre el concepto del buen uso de agua que poseen los Usuarios Domésticos

### (1) Satisfacción por el servicio de suministro de agua

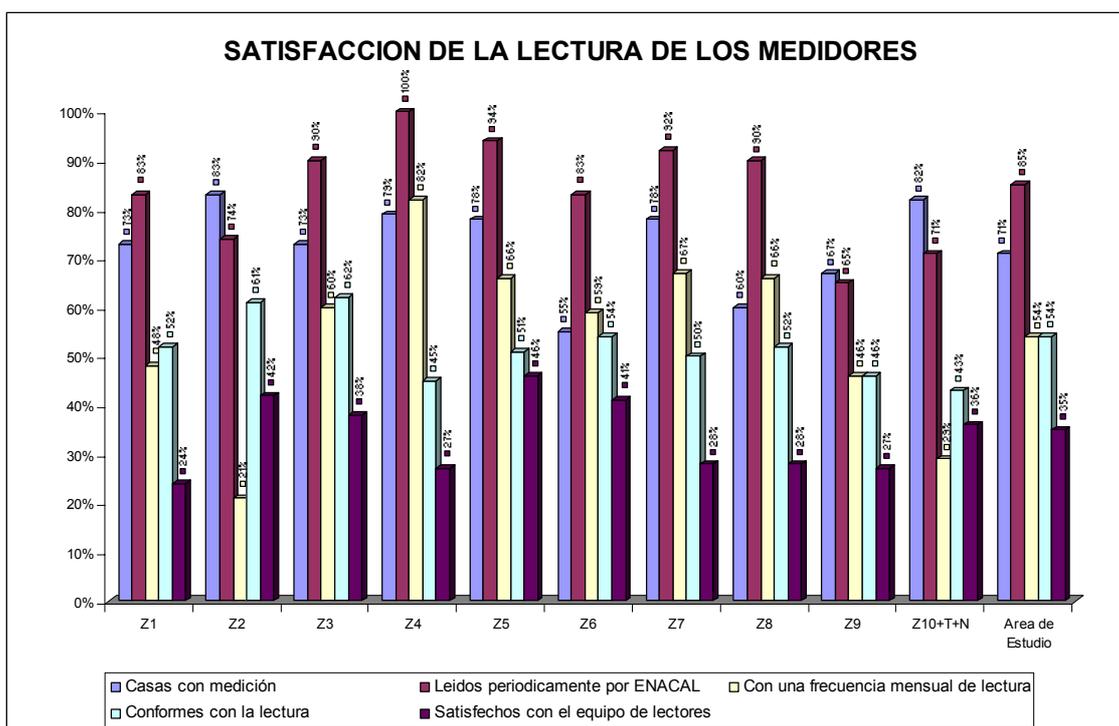
El 45% de todos los usuarios están satisfechos con el Servicio que ENACAL presta, un 52% de los usuarios tienen mismo tipo de demandas (quejas) en relación de los servicios de ENACAL. Las áreas con mayor cantidad de quejas son las zonas comerciales 6, 7, y 8. La mayoría de quejas en todos los tipos de usuarios se relacionan con el medición y la facturación de los servicios con un 46% de la quejas (demandas), seguido por los mejoramientos en el servicio de suministro de agua con un 38%.



**Figura 2.5.4 Tipo de Reclamos (quejas) para los Servicios que ENACAL presta y para todo Tipo de Usuarios**

### (2) Satisfacción de la lectura, facturación y colecta

Un 70% de los usuarios de ENACAL tienen medidores y sólo un 54% de ellos (38% del total de los usuarios) se leen mensualmente, y sólo un 35% de los usuarios con medición (es decir el 25% de todos los usuarios) están satisfechos con la lectura del medidor. La lectura de los medidores por parte de ENACAL tiene muy bajo el nivel de satisfacción del consumidor (usuario) y por consiguiente el número más alto de quejas (demandas). El 85% de los usuarios reciben la factura de agua y casi todos ellos están satisfechos con la distribución de la factura y la colecta.



**Figura 2.5.5 Nivel de satisfacción de la Lectura de los medidores**

**(3) Voluntad de Pago (VDP)**

El monto promedio de la VDP para todos los tipos de usuarios es de, C\$ 121/mes, y el monto más bajo respondido fue de C\$10/mes, esta respuesta fue de un usuario con la tarifa 01 en la zona 9.

**Cuadro 2.5.2 Voluntad de Pago de los Usuarios**

Zona	No. De respuestas	Otros	Respuesta Efectiva	Monto promedio VDP (C\$/mes)	Respuesta con el monto más bajo (C\$/mes)
Z1	18%	23%	60%	100	30
Z2	39%	15%	46%	124	60
Z3	27%	24%	49%	144	50
Z4	0%	21%	79%	187	50
Z5	24%	33%	42%	140	50
Z6	4%	16%	80%	112	20
Z7	0%	4%	96%	131	45
Z8	0%	25%	75%	114	40
Z9	3%	13%	85%	95	10
Z10+T+N	0%	29%	71%	86	50
Area de Estudio	14%	20%	67%	121	10

**(4) Opinión sobre el Costo del Servicio de agua**

El 41% de todos los usuarios piensan que la factura por el servicio de agua es cara, por otro lado, el 37% de todos los usuarios piensan que la factura de agua es barata.

## 2.5.6 Usuarios domésticos en los Asentamientos de bajos ingresos

### (1) Asentamientos

ENACAL agrupó los asentamientos de bajos ingresos con un nombre genérico de asentamientos, y con una tarifa especial subvencionada 10l. Existen en ENACAL aproximadamente unos 55,000 usuarios. En los usuarios domésticos encuestados se entrevistaron 91 usuarios de los asentamientos, con un 0.17% de cobertura (la lista de los asentamientos y su ubicación por Distritos se muestra en el **Informe Complementario No.6**).

En los asentamientos, el tamaño medio de los hogares es de 5.34 personas/casa, 5% más del tamaño medio de los hogares en el Área del Estudio. En los asentamientos, hay un promedio de 2.6 personas que trabajan / casa. El 6% de las familias en los asentamientos tienen un ingreso menor a C\$599/mes, estas familias de bajos ingresos ( extremadamente pobres) es mas alto en las zonas 3, 5 y 9. El 53% de los usuarios de los asentamientos tienen el ingreso entre C\$600 a C\$1,599/mensual, el 29% tienen el ingreso entre los C\$1,600 a C\$3,099, y un 12% de usuarios tienen el ingreso alto con más de C\$3,100/mensuales.

**Cuadro 2.5.3 Ingreso Mensual de los Usuarios en Asentamientos**

Zona	No. de personas trabajando/ usuario	N/R	Menos de C\$ 599/mes	Entre C\$600 hasta C\$1,599/mes	Entre C\$ 1,600 hasta C\$ 3,099/mes	Más de C\$ 3,100/mes
Z1	3.6	17%	0%	40%	60%	0%
Z2	3.6	16%	0%	40%	60%	0%
Z3	2.2	75%	20%	40%	40%	0%
Z4	2.0	0%	0%	100%	0%	0%
Z5	2.0	71%	50%	0%	0%	50%
Z6	2.6	9%	0%	67%	24%	10%
Z7	2.9	0%	0%	71%	14%	14%
Z8	3.0	50%	0%	40%	60%	0%
Z9	2.8	43%	25%	25%	0%	50%
Z10+T+N	2.0	0%	0%	0%	100%	0%
TOTAL	2.7	11%	6%	53%	29%	12%

### (2) Condiciones del servicio de suministro de agua y de alcantarillado sanitario en los asentamientos

De la información obtenida de los entrevistadores, ENACAL y la comprobación en sitio, la mayoría de las fuentes de agua para los usuarios domésticos en el Área del Estudio es a través de los pozos de ENACAL. No hay pozos someros o ríos para el uso doméstico en el área urbana. Por igual los asentamientos de tierra baja y media están conectados al sistema de abastecimiento de agua del ENACAL sin ninguna consideración técnica y legal. En las tierras altas del extremo sudoeste (Zona 8 del Distrito III) y del sudeste (Zona 6 del Distrito V y Distrito VI) de la ciudad de Managua, algunas casas usan el sistema de ENACAL complementado con el suministro de las cisternas privadas. La cobertura del suministro de agua en los asentamientos estudiados es de un 100% y la cobertura del alcantarillado sanitario es muy baja con un 49%.

Sólo el 59% de los asentamientos tienen un servicio por las 24 horas, el resto de los asentamientos tienen un servicio limitado del suministro por algunas horas. De los encuestados en los asentamientos un 56 % almacena agua en cubos o barriles, la proporción más alta de almacenamiento se presenta en 3 áreas de Managua, áreas de tierras elevadas al sudoeste y sudeste (Zonas 8, 5 y 6).

Sólo 2% de las casas en los asentamientos tienen medidores de agua, las casas sin medidor se le aplica un servicio de cargo fijo por parte de ENACAL. Se hace muy difícil estimar el volumen de consumo en los asentamientos, porque no hay medidores de agua en el área de los asentamientos.

El Equipo de Estudio JICA identificó tres tipos de expectativas:

- En los Asentamientos ubicados en tierras bajas (Asentamientos del Tipo A), "nosotros queremos, instalaciones de alcantarillados sanitario..., en la estación lluviosa se rebalsa del sistema de drenaje, es un problema...".
- Un tipo diferente de expectativas se tiene en los asentamientos de las áreas montañosas 3,6, 7 y 8, las áreas de tierras elevadas del Sur, del sudoeste de Managua (El Equipo de Estudio JICA los denominó asentamientos del Tipo C): "nosotros queremos servicio de agua por lo menos 3 días a la semana....; nuevas tuberías para conseguir un buen servicio ...".
- Una expectativa mixta (combinada) se observa en las áreas de elevación media de la ciudad (El Equipo del Estudio los denomina Asentamientos del Tipo B): " nosotros queremos más presión de servicio....; instalaciones de alcantarillado sanitario....; nosotros no tenemos medidores de agua, las tuberías se donaron por un país europeo, por tanto nosotros no pagamos.....".

Detalles sobre los tipos de distribuciones en asentamientos se muestran en el **Informe Complementario No.6.**

### (3) Voluntad de Pago (VDP)

El Promedio de la VDP son C\$93 y el valor más bajo respondido fue de C\$45, cabe destacar que este promedio de VDP es 60% más que el cargo fijo que esta aplicando ENACAL para los asentamientos.

**Cuadro 2.5.4 Voluntad de Pago en Asentamientos**

Zona	Respuesta Efectiva	Monto promedio VDP (C\$/mes)	Respuesta con el monto más bajo (C\$/mes)
Z1	100%	74	50
Z2	75%	113	76
Z3	75%	101	50
Z4	100%	50	50
Z5	57%	78	50
Z6	74%	93	50
Z7	100%	57	45
Z8	70%	114	50
Z9	86%	104	60
Z10+T+N	100%	120	120
Area de Estudio	78%	93	45

### (4) Capacidad de Pago (CDP)

En los asentamientos, hay un 6% o más de casas en condiciones de extrema pobreza (en este Estudio, se consideró que las familias con ingresos menores a C\$599 o US\$37 se clasificarían en esta categoría), el 53% de los hogares tienen ingresos mensuales entre C\$600 y C\$1,599, el 23% de las casas tienen ingresos mensuales entre C\$1600 y C\$3,099 y el 12% de las viviendas tienen ingresos mayores a C\$3,100.

A pesar de ser familias en extrema pobreza, el gasto en electricidad es de C\$122 a C\$245 por mes., y aproximadamente el 95% de las viviendas poseen medidores de eléctricos.

## **2.5.7 Evaluación General de la Encuesta a los Usuarios Domésticos**

### **(1) Cobertura de la encuesta**

La encuesta domiciliar se llevo a cabo en el Área del Estudio cubriendo un total de 450 casas de 168,313 usuarios que se encuentra dentro del Área del Estudio (este dato proviene de los Datos catastrales de los Usuarios de ENACAL). La cobertura de la encuesta es de 0.26%.

El número de entrevistas en los asentamientos (áreas de bajo ingreso económicos), fueron 91, lo que representa el 20% del total de las entrevistas (encuestas). En toda el Área de Estudio, los asentamientos representan el 33% de los usuarios, esta baja cobertura en asentamientos es el resultado de la dificultad de acceso a las casas seleccionadas debido a las siguientes razones: dirección incompleta, datos catastrales incompletos, la ausencia del jefe de familia, etc.,

### **(2) Tipos de los usuarios y características**

En el Área de Estudio, el 12% de la población tiene menos de 6 años y el 63% de los usuarios tienen 18 años o más. El tamaño promedio de los hogares es de 5.07 personas, pero en asentamientos este promedio aumenta a 5.34. Sin embargo, este número es menor al valor estimado en el Censo Nacional de 1995 (5.37 para la Ciudad de Managua). El 96% del total de la población del área de estudio hacen uso del servicio de suministro agua que ENACAL provee, el 72% tienen servicio de alcantarillado sanitario del ENACAL, y el 95% tienen servicio de electricidad. Sólo el 71% de los usuarios tienen medidores de agua, de estos el 51% están en buenas condiciones; pero por otra parte el 95% de mismos usuarios tienen medidores servicio eléctrico.

### **(3) Condiciones del abastecimiento de agua**

El 86% del total de los usuarios tienen el servicio de abastecimiento de agua todos los días, el 67% tienen el servicio de suministro todo el día, el 69% tienen el servicio de agua con buena presión y el 75% reciben agua con buena calidad. Como resultado de esta situación, el 47 % de los usuarios almacena agua y el 21% de los usuarios compra agua en botellas. En los asentamientos se encontró que el 56% de las casas entrevistadas (encuestadas) almacena agua, el volumen de almacenamiento domiciliar varía de 0.667 barriles a 2.0 barriles por casa. El servicio de suministro de agua es deficiente en las zonas 3, 6 y 7. En lo referente a los asentamientos, las zonas con mayores problemas de abastecimiento son las zonas 3, 6, 7 y 8.

En las casas encuestadas con medidor, en los últimos 12 meses el consumo registrado fue de 28.73 m<sup>3</sup>/mes lo que representan 189 litros/día de consumo per cápita (considerando 5.07 personas/casa).

### **(4) Grado de Satisfacción del Servicio de Abastecimiento de Agua**

El 52% de los usuarios tienen alguna queja (demanda) en contra del servicio que ENACAL presta y la mayoría de estas (46%) se relaciona con la medición y la facturación del servicio. En el caso de los asentamientos la mayor parte de las quejas (demandas) es relacionada con el mejoramiento del servicio de suministro de agua (más días, más horas, mayor presión de suministro de agua). Estas demandas son más frecuentes en las zonas 3, 5, 6, 7 y 8, todas ellas son áreas elevadas (sur) de Managua.

## **(5) Voluntad de Pago**

La voluntad de Pago (VDP) es más alta en los asentamientos que en los barrios formales (Tarifa 01). El valor medio de VDP para todos los tipos de usuarios es de C\$ 121/mes, y la respuesta más baja fue de C\$10/mes (un usuario ilegal con Tarifa 01). En las áreas de los asentamientos este valor fue de C\$ 93 y C\$ 45 respectivamente. El 41% de todos los usuarios piensan que la factura de agua actual es cara, pero en las áreas de los asentamientos, el 44% de ellos expresaron que los montos actuales de la factura son baratos y justos. Existe algunas excepciones en los asentamientos, donde las instalaciones fueron construidas por medio de donaciones en las décadas de los 80s y 90s, que la cultura del no pago es alta.

## **(6) Capacidad de Pago (CDP)**

En las áreas del asentamientos, hay 2.6 personas trabajando / casa. El 6% de las familias tienen un ingreso menor a los C\$ 599 mensuales; el 53% de los usuarios en los asentamientos tienen ingresos entre los C\$600 y los C\$1,599 mensuales y el 41% de los usuarios tiene ingresos mayores a los C\$1,600 mensuales. Por otro lado, los mismos usuarios de los asentamientos pagan por el servicio de electricidad C\$203 al mes por promedio. Cuando INEC calculó que el costo del servicio de suministro de agua es el 54% del servicio de suministro de agua en del Índice de Managua de Precios al Consumidor (IPC), la estimación para CDP para la factura de agua en los asentamientos es C\$ 109 mensuales.

## **(7) Organización**

Hay 4 organizaciones activas que trabajan en los asentamientos (el Centro de Salud del MINSA y 3 ONG), y 3 organización de las comunidades (sólo en la zona 6).

## **(8) Usuarios No residenciales**

Los usuarios institucionales y comerciales se distribuyen de la siguiente manera, 3% son organismos gubernamentales, 10% son centros educativos, 1% centros médicos, 5% hoteles, 23% tiendas, 19% oficinas y 39% otros comercios locales. En este sector 85% del agua es para los usuarios visitantes o clientes, 22% para el riego de los jardines locales, 8% para uso de su personal y 38% para otros usos. El consumo del promedio es 165 m<sup>3</sup>/mes.

## **2.6 FUENTES DE AGUA**

### **2.6.1 Condiciones Actuales de las Fuentes de Agua Utilizadas por ENACAL**

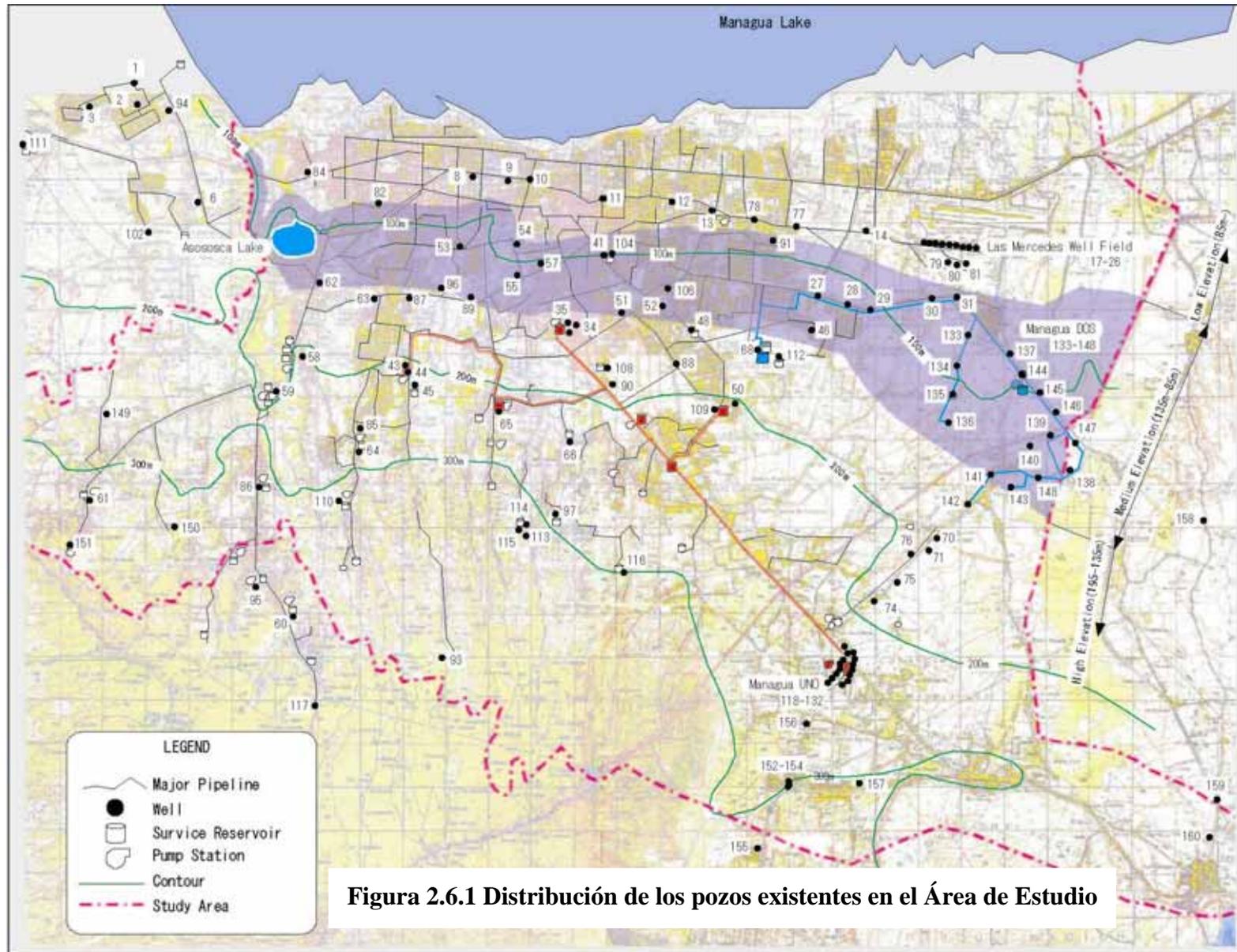
#### **(1) Generalidades**

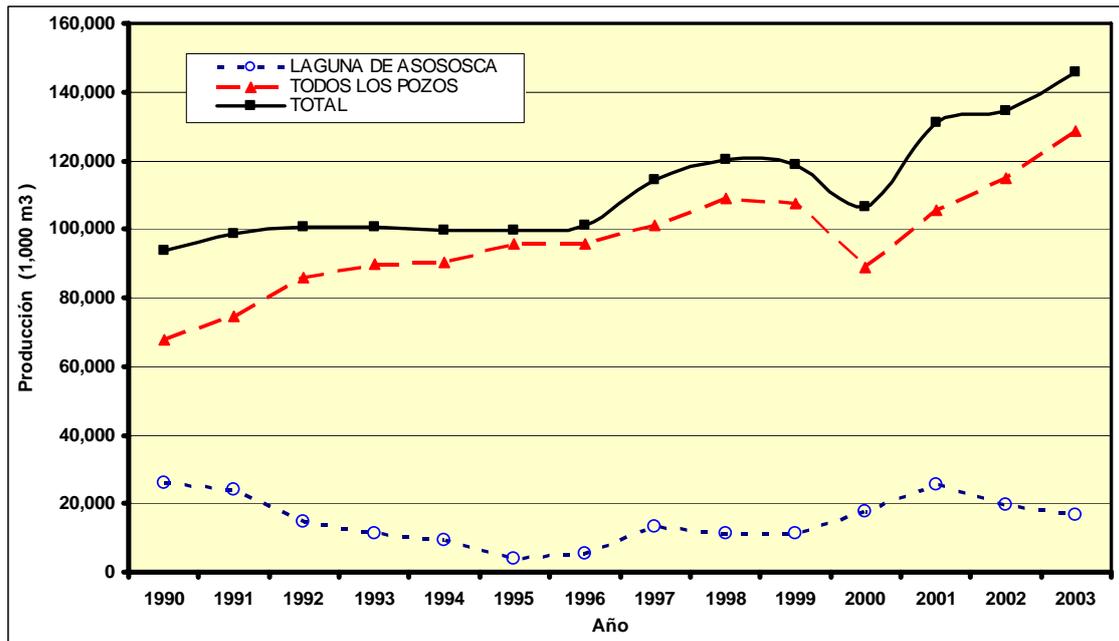
Para diciembre del 2004, las fuentes de agua deL ENACAL en el Área de Estudio consistían en 114 pozos y Laguna de Asososca. Un inventario de los pozos se da en el **Informe Complementario No. 3** y sus ubicaciones se muestran en la **Figura 2.6.1**. Siete pozos que actualmente abastecen de agua a Ciudad de Sandino y tres Pozos de la Carretera Sur, están fuera del Área del Estudio por tanto no fueron objeto de la presente evaluación. Pero por otro lado, cuatro pozos en Ticuantepe y Nindirí fueron considerados en el presente Estudio.

#### **(2) Producción de los Pozos Existentes y la Laguna de Asososca**

En la **Figura 2.6.2** se muestran las producciones de los pozos y Laguna de Asososca. La producción anual en 1993 fue de aproximadamente 100.8 millones de m<sup>3</sup> (276,000 m<sup>3</sup>/día). La

producción anual, sin embargo, ha aumentado en 2003 a 145.6 millones de m<sup>3</sup> (397,700 m<sup>3</sup>/día), que representa un 44% mas de lo que se producía en el año 1993.





**Figura 2.6.2 Producción Anual (1990 - 2003)**

### 2.6.2 Evaluación de los Pozos por el Tipo de Variación de los Niveles Agua Subterránea

En el **Informe Complementario No.3** se muestran los datos del volumen de la extracción y nivel de agua de cada uno de los pozos analizados. La investigación detallada se presenta en el Informe Complementario antes mencionado. El equipo de Estudio identificó diferentes tópicos hidrogeológicos de los pozos.

#### (1) Tipo de Variación en los Niveles de Agua Subterránea

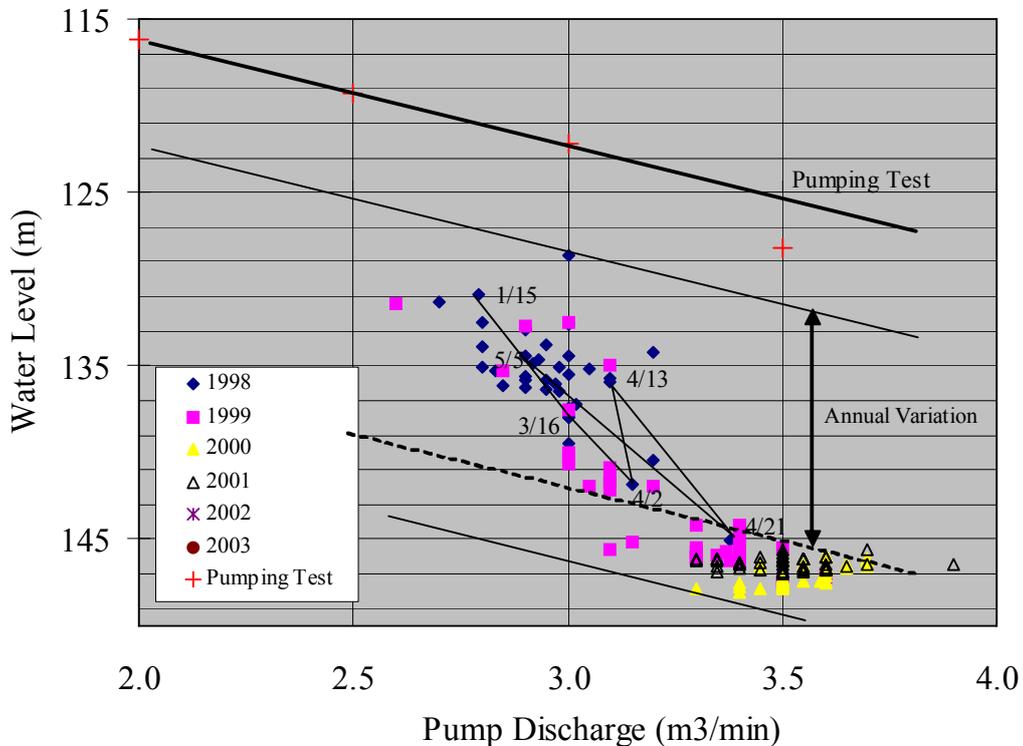
Son 76 los pozos que ENACAL lleva un registro (monitoreo) del nivel del agua subterránea por más de 3 años. En muchos de los 76 pozos sus niveles de agua han estado descendiendo durante el periodo entre los años 2000 al 2002. Con la finalidad de determinar si estos fenómenos son el efecto del “envejecimiento” de los pozos o efecto del volumen de lluvia precipitado, se preparó un y analizó un gráfico que muestra la relación entre el volumen de extracción y el nivel dinámico del agua.

##### a) Estado Actual de las Variaciones en los Niveles de Agua

La **Figura 2.6.3** presenta una muestra de la variación en el nivel dinámico de agua. En la figura referida, también se da la relación entre el volumen del extracción y el nivel dinámico de agua midió durante la prueba bombeo. Tal como se muestra en los resultados de la prueba bombeo original, dentro de un cierto rango de volúmenes del extracción, el nivel dinámico del agua descende proporcionalmente al volumen de extracción.

En 1998, el más bajo límite del nivel dinámico del agua era aproximadamente 140m cuando la extracción fue de 3.0m<sup>3</sup>/min. Si se toma en cuenta el resultado de la prueba de bombeo, la profundidad se estima como 143.5m para una extracción de 3.5m<sup>3</sup>/min. Sin embargo, como la profundidad de agua en los años 2000 y 2001 fue de 147m, esto indica que, la profundidad de agua era más baja que en 1998. El hecho que la tendencia de nivel de agua dinámico de cada año es diferente indica que el volumen de lluvia precipitada en los años precedentes afecta ese nivel dinámico del agua.

MANAGUA I W-1 No.118



**Figura 2.6.3 Ejemplo del Análisis de la Fluctuación de los Niveles Agua Subterránea a causa de la Variación de las Precipitaciones**

Basado en estos análisis, la tendencia de variación en el nivel dinámico del agua en los pozos de la Ciudad de Managua estos pueden ser divididos en los tipos que se resumen en el **Cuadro 2.6.1**.

**b) La Fluctuación Anual en el Nivel de Agua Indica Variación Estacional**

Los datos de 1998 de la **Figura 2.6.3** muestran que el nivel de agua el 15 de enero era de 131m. El nivel bajó a 137m el 16 de marzo, a 142m el 2 de Abril , alcanzando su nivel más bajo de 145m el 21 de abril y este se recuperó a los 136m-131m entre el 5 de al 11 de mayo. Este fenómeno, se considera, refleja la variación estacional, en otros términos cambios causados por la cantidad de lluvia precipitada, más que provocado por la variación en el volumen extraído. Por consiguiente, la diferencia entre el límite superior e inferior de nivel dinámico del agua en cada año representa la variación en la cantidad de lluvia. En muchos pozos la variación anual en el nivel de agua es grande.

**c) Clasificación de Pozos por el Tipo de Variación del Nivel del Agua**

Las características de cada pozo son conformadas por la calidad de acuíferos. Y el nivel de agua de los pozos es muy fuertemente afectado (influenciado) por el nivel de agua de los acuíferos principales. En los pozos clasificados como de variación el tipo A, el efecto de pocas precipitaciones en los años 2000 y 2001 se reflejan en los niveles después de aproximadamente dos años (ver **Cuadro 2.6.1**). Se supone que los pozos categorizados como del Tipo A capten el

agua de casi los mismos acuíferos. En cuanto los del Tipo B, la variación en el nivel de agua no muestra una correlación clara con las precipitaciones precedentes. Esto puede indicar eso en el caso de los pozos del Tipo B, que captan aguas de múltiples acuíferos y su calidad del agua es compuesta.

**Cuadro 2.6.1 Tipo de Variación de los Niveles de Agua**

Tipo	Variación del Nivel de Agua	Tiempo Retraso	Cantidad de Pozos	Evidencia de Tiempo de Retraso
A	El nivel de agua para los años 2001, 2002 son más bajos	5 Meses a 2 años	28	Fluctuación del nivel de agua subterránea aumentó por causa del Huracán Mitch
B	El nivel del agua en el año 1995 es más bajo		12	Aumento de nivel de agua causado por el Huracán
C	La Variación del nivel no es muy claro	-	27	-

La Distribución de los pozos por categoría, Tipo A,B y C se presentan en la **Figura 2.6.4**. En área Oriental que incluye los campos de pozos Managua I, Veracruz, Managua II, Sabana Grande y Las Mercedes, y el área Occidental que incluye la Laguna de Asososca y Carretera Sur la mayoría de los pozos son del Tipo A. En el área Central hay muchos pozos del Tipo B. En esta última área también existen pozos de los tipos A y C pero su distribución no está muy clara.

**d) Efecto de Huracán Mitch en el Nivel de Agua de los Pozos**

El retraso de tiempo entre la precipitación y su efecto en los niveles del agua subterránea se confirmó con el tiempo de ocurrencia del efecto del huracán, y su observación en la Laguna de Asososca. Aunque una conclusión clara no pudo alcanzarse por la ausencia de registros de niveles de agua subterránea (datos del monitoreo), la variación en el nivel dinámico de agua de algunos pozos da evidencias del efecto del huracán de octubre 1998. Según las evidencias, el aumento en el nivel de agua subterránea (de 1 a 4m) causado por el huracán apareció después de 5 meses a 2 años en ambos tipos de pozos, A y B.

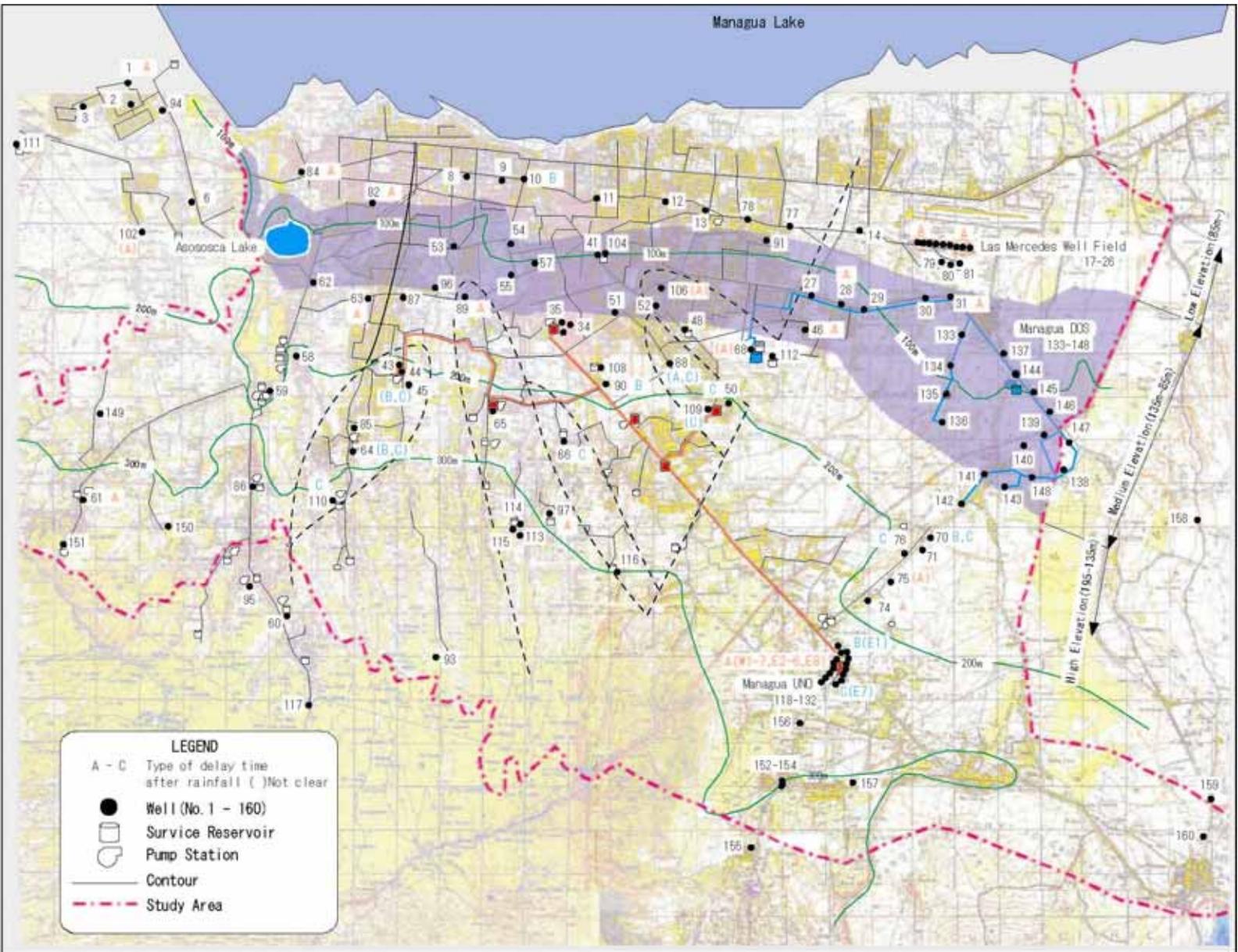


Figura 2.6.4. Distribución de los pozos en dependencia del tipo de retraso en tiempo, después de la precipitación

## **(2) Evaluación de los Pozos según el Tipo Variación del Nivel de Agua**

El resultado del análisis de la variación global del nivel de agua subterránea, en el cual se toma en cuenta el tiempo de recarga del agua subterránea, lleva a la conclusión que los pozos evaluados, en general, están en buena condición salvo 23 pozos que no había suficientes datos de monitoreo disponibles.

El resultado de la evaluación enfocado en la recuperación del nivel de agua después de haber suspendido el bombeo indica que los pozos de Managua I y II se considera se encuentran en buenas condiciones.

### **2.6.3 Evaluación de las Fuentes por la Calidad del Agua**

#### **(1) Agua Subterránea**

Las concentraciones de arsénico en los pozos Las Mercedes No.5, Las Mercedes No.9, Managua II No.15, Sabana Grande No.1, Sabana Grande No.2 y Sabana Grande No.3 están por encima de los valores guías de CAPRE.

Las concentraciones de Plomo en el pozo de Monsenor Lezcano, Managua II No7 y Managua que II No15 están por encima del valor guía. Las altas concentraciones se encontraron en las muestras tomadas durante la estación seca. El pozo de Monsenor Lezcano, esta ubicado en el centro de la ciudad, cerca de una estación gasolinera.

Las concentraciones de aluminio en los pozos Las Mercedes No.5, Las Mercedes No.9 y E3 de Managua I están sobre el valor de la guía CAPRE.

Algunos pozos de la Zona Baja han estado adquiriendo concentraciones altas de nitrato. Se presume que el pasado terremoto podría haber dañado las tuberías del alcantarillado sanitario y existe la posibilidad que el nitrato provenga de las aguas residuales referidas. Las concentraciones del nitrato del pozo Mercado Oriental (No.10) frecuentemente han excedido el valor guía de CAPRE. Las concentraciones del nitrato en los pozos Olof Palme (No.9) y San Antonio (No.8) han duplicado en exceso en los últimos diez años el valor recomendado de la guía CAPRE.

En general, la calidad de agua de pozos del área central de Zona Baja de Managua tienen la tendencia al deterioro gradual.

#### **(2) Laguna de Asososca**

Se tomaron muestras de agua en dos (2) puntos de la Laguna de Asososca, del agua bombeada (cruda) y después de la desinfección con cloro. Los resultados de las determinaciones analíticas se resumen a continuación:

- En una muestra se detectó pesticida y Heptacloro. Sin embargo, esta concentración es menor del valor guía. Las concentraciones de los otros parámetros están por debajo la norma.
- No se detectaron ningún BTEX, Trihalometanos, y Clorofenoles.

Algunos informes anteriores indican la posibilidad de contaminación por parte de la zona industrial localizada en la vecindad de la laguna. Considerado los resultados del presente Estudio, no se detectó contaminación de la zona industrial por las muestras tomadas durante el presente Estudio. Sin embargo, este resultado no necesariamente descarta cualquier posibilidad de que la Laguna de Asososca se pudiera contaminar en el futuro. Se recomienda continuar el monitoreo de

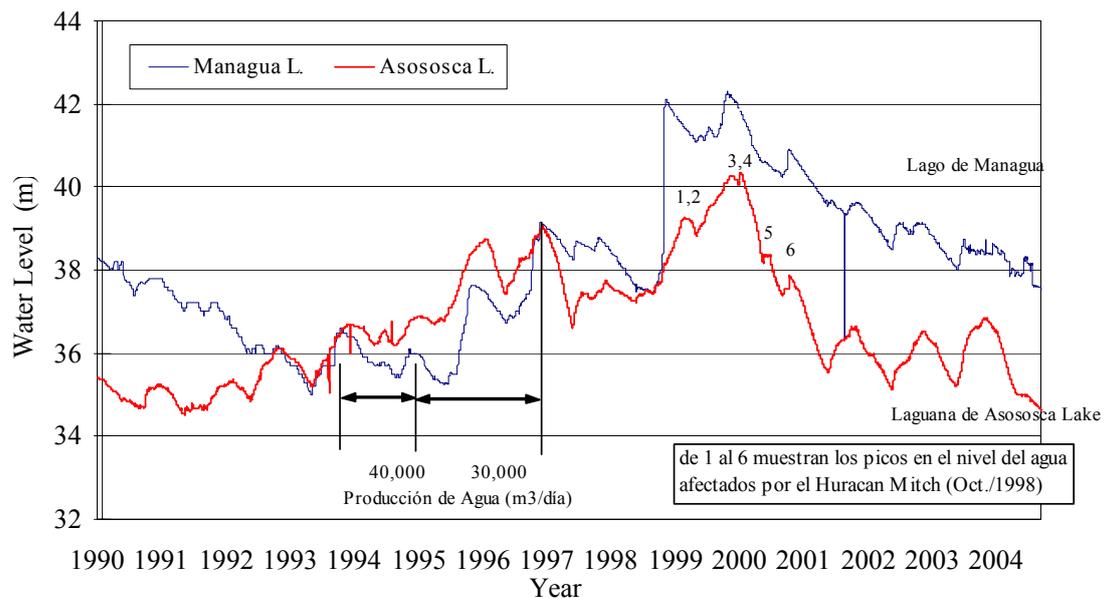
la calidad de agua para la Laguna de Asososca y el agua subterránea alrededor de la laguna, sobre todo para el agua subterránea entre la zona industrial y la Laguna.

## 2.6.4 Evaluación de la sostenibilidad de la Laguna Asososca

### (1) Situación actual

El espejo de agua de la Laguna de Asososca ocupa una superficie de 0.8 km<sup>2</sup> aproximadamente, la laguna tiene una profundidad máxima de 100 m aproximadamente. Ella está ubicada en la parte occidental de la ciudad de Managua, sus aguas son de calidad adecuada para bebida. Por esta razón, fué la primera fuente de agua de la ciudad de Managua. Todavía ahora, el agua desinfectada de esta laguna es una de las principales fuentes de agua para la ciudad de Managua.

En el el Informe **Complementario No.3** se dan los datos de extracciones, niveles de agua y precipitaciones en la Laguna de Asososca. Un gráfico comparativo de los niveles de la Laguna de Asososca y Lago de Managua de los años entre 1990 y 2004 se presenta en la **Figura 2.6.5**. En el 2004, el nivel de agua de Laguna de Asososca se encontraba aproximadamente 5.5 m más bajo que su nivel máximo alcanzado en el año 2000, como resultado de esto, se encuentra a 3 m más bajo que el del Lago de Managua, distante 2 km al norte. El nivel de agua de Laguna de Asososca esta muy influenciado por la cantidad de precipitación caída en la cuenca y de las extracciones que se hacen de esta.



**Figura 2.6.5 Comparación de los Niveles de Agua de la Laguna de Asososca y el Lago de Managua**

### (2) El efecto del Huracán Mitch en el Nivel de Agua

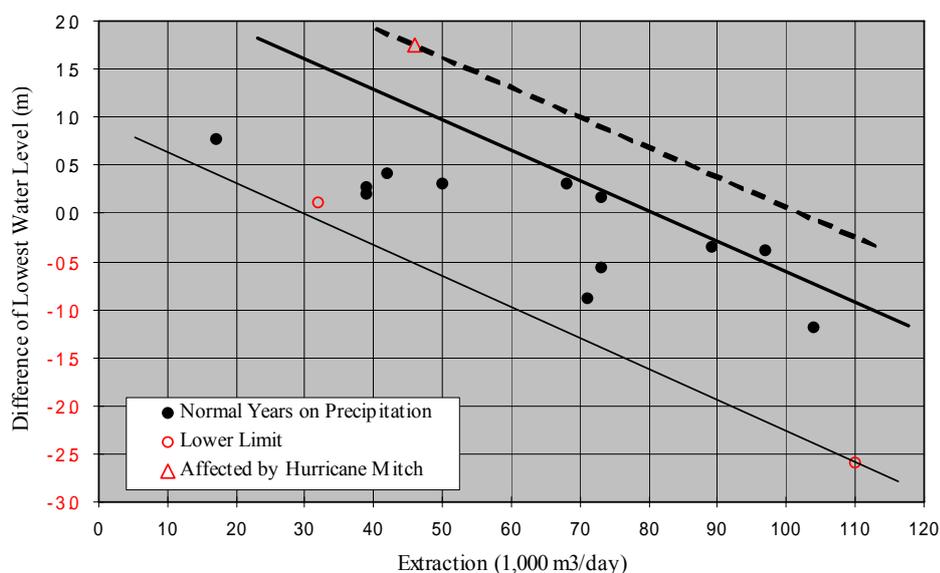
Como puede verse en la **Figura 2.6.5**, El Huracán Mitch (1998) tuvo un impacto significativo en el nivel de agua de Lago de Managua. El nivel de agua del lago subió aproximadamente 4.5m por el Huracán y tomó 6 años para disminuir a su nivel de agua normal. Sin embargo, tomó sólo 2 años en el caso de Lago de Asososca

El agua subterránea fluye hacia la laguna proveniente de muchos acuíferos. El ejemplo del Huracán Mitch (en 1998 de octubre) indica que toma de 4 meses a aproximadamente un año y tres meses que la infiltración del agua de lluvia en cada acuífero alcance la laguna y afecte su nivel.

### (3) Investigación sobre la Extracción óptima de la laguna de Asososca

El resultado que considera cómo la lluvia y extracciones afectan el nivel de agua en el período de tiempo analizado se da a continuación:

- Durante la estación seca de cada año (diciembre del año anterior, de enero a abril; de aquí en adelante se denominará "estación de nivel alto de agua") el nivel de agua en la laguna es alto, en la estación de lluviosa (junio a octubre; de aquí en adelante será denominada "estación de nivel bajo de agua") el nivel de agua es más bajo.
- Debido a que la laguna de Asososca es recargada subterráneamente por varios acuíferos, su nivel esta influenciado o relacionado a la precipitación de unos pocos meses a un año y pocos meses atrás. Se puede concluir que principalmente se requieren de 5 a 9 meses para que el agua de lluvia se infiltra y alcance los depósitos de aguas subterráneas, fluyan y lleguen a la laguna. Para el presente estudio se consideran que 7 meses es el tiempo de retraso o llegada para evaluar las extracciones de la laguna.
- La diferencia entre los niveles bajos de agua entre un año y próximo esta determinada por la cantidad de lluvia precipitada en la cuenca y la extracción de un año durante la "estación de nivel bajo de agua" y la próxima "estación de nivel bajo de agua". En el caso que la extracción de la laguna sea mayor que la recarga subterránea, el nivel de agua en la "estación de nivel bajo de agua" será más bajo que el del año anterior. Al contrario en el caso que las extracciones sean menores que la recarga (entradas) el nivel en la "estación de nivel bajo de agua" será más alto que en la misma estación de año anterior.
- La **Figura 2.6.6** muestra la relación entre las extracciones anuales y la diferencia de niveles de agua de la "estación de nivel bajo de agua" de dos años consecutivos. De la **Figura 2.6.6** se concluye la extracción óptima en la cual el nivel de agua no varía es entre  $35,000\text{m}^3/\text{día}$  y  $80,000\text{m}^3/\text{día}$ . La extracción óptima está grandemente influenciada con la precipitación, la extracción ( $35,000\text{ m}^3/\text{día}$ ) en 1995, año que esta afectado por la precipitación de 1994 (la precipitación anual;  $550\text{mm}$ ) se ha tomado como el valor del extracción crítico.



**Figura 2.6.6 Límite Inferior de Descarga o extracción de la Laguna de Asososca**

- Considerando que este año fue un año sumamente seco y existió un equilibrio en los niveles de agua entre el laguna de Asososca y Lago de Managua, los cuales fueron mostrados en **Figura 3.3.6**, se considerada que la extracción óptima de la laguna de Asososca es de 30,000 m<sup>3</sup>/día.

### 2.6.5 Evaluación de la Corrosión en el Revestimiento y Rejillas de los Pozos

Tomando en consideración algunos estudios anteriores sobre la corrosión en bombas, el estudio estuvo dirigido a los cuatro pozos que se listan en el **Cuadro 2.6.2** con la finalidad de confirmar el avance de la corrosión debido a la calidad de agua.

**Cuadro 2.6.2 Sitios de la Prueba y Programación de las mediciones**

No	Sitio de la Prueba	Profundidad de la Prueba	Fecha de Instalación	Programa de la mediciones (retiro de las muestras)		
1	MANAGUA I E-4	147m a153m	08/Octubre/ 2004	Dic. 2004 (2 meses después de su colocación)	Mar.2005 (5 meses después)	Jun.2005 (8 meses después)
2	MANAGUA I- JICA No.1	145m a 151m				
3	MANAGUA II P-6	60m a 66m				
4	MANAGUA II P-16	78m a 84m				

La metodología de la prueba fue la siguiente: se colocaron dos piezas de cada uno de los tres tipos de metal de prueba en un tubo PVC (de 2 pulgadas de diámetro y 60 cm de longitud) y suspendió hasta cierta profundidad cada uno de los 4 pozos. Cada pieza se colgo en un cordón de nylon de tal forma que no se tocaran uno con el otro. Tres tubos de PCV, cada uno conteniendo una pieza de cada diferentes metal, se colocaron separados con un intervalo de 3m intervalo de profundidad uno de otro en cada pozo.

El primer juego de metales en cada uno de los 4 pozos se levantaron (removieron) después de 2 meses, en Diciembre del 2004. En este tiempo, se recuperaron las piezas de prueba del primer juego después de dos meses de haberse instalado y la superficie de cada pieza fue limpiada con ACETONA para remover las partes corroídas. Después de esta limpieza, se medía el peso de la pieza para compararla con el peso original antes de la colocación dentro del pozo. La pérdida de peso de los tres metales debido a la corrosión se da en la **Figura 2.6.7**. Mientras se podía observar un poco de corrosión u oxidación en la superficie de las piezas de prueba de hierro y hierro fundido, en la piezas de acero inoxidable casi no se observó este fenómeno. (ver Fotografías 2.6.1(a)-(d))



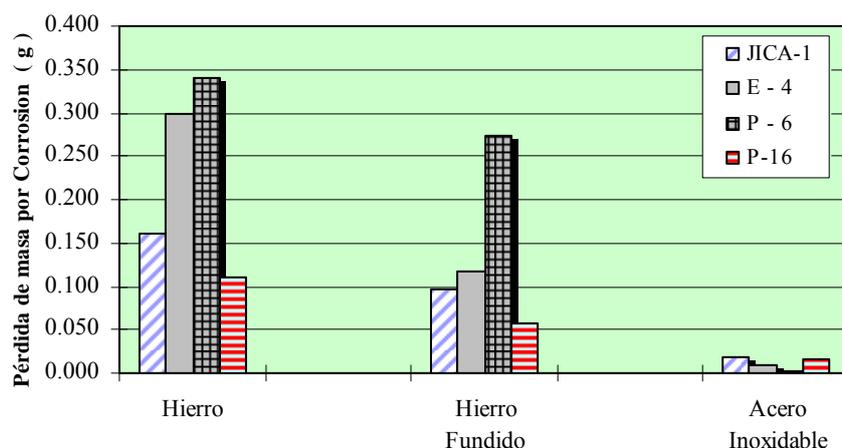
					
Hierro	Hierro Fundido	Acero Inoxidable	Hierro	Hierro Fundido	Acero Inoxidable
<b>Fotografía 2.6.1(c) P-6 (Dic. /2004)</b>			<b>Fotografía 2.6.1(d) P-16 ( Dic. /2004)</b>		

Entre las piezas de prueba de hierro y hierro fundido, se encontró significativa corrosión negra en la superficie del pieza proveniente del pozo P-6. Las piezas de prueba de los pozos JICA-1 y E-1 mostraban cierto grado de oxidación. Casi ningún cambio se observó en las piezas de prueba del pozo P-16.

Los resultados de las mediciones mostraron una tendencia similar a la que se presento en la observación visual. En el pozo E-4, menos oxidación se encontró en las piezas Hierro Fundido que las piezas de Hierro. En los otros pozos, no se observó ninguna diferencia entre los dos tipos de hierro. A continuación se da un resumen de lo observado.

- En el agua subterránea ordinaria, la corrosión o la oxidación raramente sucede.
- Oxidación tiende a ocurrir en el agua de los pozos del grupo de Managua I, E-4 y JICA-1.
- Las temperaturas del agua del pozo P-6 de Managua II eran altas, en comparación con los otros pozos de la misma área. Esta agua causa corrosión severa y se necesita que el material de bomba sea resistente a las altas temperaturas.
- El acero inoxidable resiste la corrosión y la oxidación sin importar el tipo de agua en esta región.

Éstos son los resultados de las pruebas de corrosión a los dos meses. Si las pruebas de corrosión y oxidación se continúan para un período prolongado de tiempo, los resultados pueden ser más claros. Por consiguiente, el uso de bombas de acero inoxidable en Managua I y Managua II o de algún material de alta resistencia es eficaz para la prevención del problema de la corrosión y oxidación.



**Figura 2.6.7 Resultados de las Pruebas de Corrosión**

### 2.6.6 Capacidad futura de las Fuentes de Agua Existentes

Tal como se aborda en la **Sección 3.3 del Informe Complementario No.3** no hay ningún problema significativo en la sostenibilidad de las fuentes de agua existentes, por consiguiente, el promedio del suministro de los últimos cuatro años (2000-2004) se usará como la capacidad potencial de suministro. La propuesta de renovación de algunas bombas así como la renovación de algunos pozos, rehabilitación y reubicación, aumentarán la producción real de ENACAL por casi un 10%. Los detalles comparativos entre la producción real y la producción planeada se muestran en el **Informe Complementario No.3, Anexo 3.4**.

**Cuadro 2.6.3 Capacidad Futura de Suministro (m<sup>3</sup>/día)**

No.	Campo de Pozos	Producción Actual (m <sup>3</sup> /día)	Producción Proyectada (m <sup>3</sup> /día)	Comentarios
1	Laguna de Asososca	45,800	30,000	
2	Managua Uno	45,667	71,000	15 pozos
3	Managua Dos	53,603	56,000	16 pozos
4	Zona Baja	92,802	85,817	20 pozos, excluyendo 5 pozos con problemas de calidad del Agua
5	Zona Alta	56,532	40,770	14 pozos excluyendo 6 pozos con problemas de calidad del agua
6	Zona Alta Superior	67,778	76,128	Se excluyen los pozos No. 60, 95 y 117 por estar fuera la demanda del Área de Estudio (35 pozos)
7	Ticuantepo y Nindirí	6,966	6,634	4 pozos
8	3 pozos nuevos en el Área de Estudio	7,767	7,397	3 pozos en el área de San Judas
9	Sub total ( del 1 al 8 )	376,915	373,747	107 pozos + Asososca
10	Pozos Reubicados	0	29,200	12 pozos (1 pozo en Sierra Maestra, 2 pozos en Esquipulas, 5 pozos in Las Jagüitas, 1 pozo en Nindirí y 1 pozo en Ticuantepo)
<b>11</b>	<b>TOTAL (9 y 10)</b>	<b>376,915</b>	<b>402,947</b>	<b>119 pozos+Asososca</b>

## 2.7 ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES

### 2.7.1 Administración del Sistema de aguas residuales existente

ENACAL Managua es el responsable por aproximadamente 900km de alcantarillado sanitario, el cual esta por separado del sistema del alcantarillado pluvial que es operado por la municipalidad. El sistema esta compuesto por 700km de red de 8 pulgadas de diámetro y 200km de tuberías principales de alcantarillado y colectoras de 10 a 30 pulgadas de diámetro. Al año 2000 todas las tuberías instaladas eran de concreto (salvo los cruces de cauces o canales dónde se han utilizado tuberías de Hierro Dúctil).

La mayoría del sistema tiene entre 40 y 50 años de edad y este se encuentra en malas condiciones. Las tuberías que se han instalado a partir del año 2000 son de PVC y este material se usará para sistemas del alcantarillado futuros como los que se usarán en los sistemas de alcantarillado simplificado, poco profundos, de pequeños diámetro propuesto por el Equipo brasileño del Banco Mundial en 1995. Las pruebas realizadas utilizando este sistema han probado tener resultados satisfactorios.

No existe ninguna obra de tratamiento de aguas residuales en Managua, el efluente se descarga por gravedad directamente en el Lago Managua, por medio de 22 descargas localizadas a lo largo de la costa y no están provistas de válvulas del ala flexible. En octubre 1998, el huracán Mitch causó severos problemas de mantenimiento con la introducción de una gran cantidad de limos proveniente del lago.

Las alcantarillas del antiguo centro de la ciudad están en un estado muy malo con algunos tramos dónde las paredes de la tubería han desaparecido debido a las altas pendientes y a la alta velocidad del efluente corrosivo. Este fenómeno también se ha presentado en menor escala en otras partes del sistema. La cobertura del área de servicio es aproximadamente 60% con un gran 30% utilizando letrinas en los asentamientos y el resto usan tanques sépticos que son vaciados o limpiados principalmente por 5 compañías privadas que descargan después en el alcantarillado (ENACAL también proporciona un servicio pequeño de limpieza o vaciado).

ENACAL tiene muy poco control sobre las descargas de aguas residuales en su sistema y ha esperado corregir esto preparando las regulaciones por medio de un comité compuesto por ENACAL, la municipalidad, el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, y los presidentes de las compañías privadas. Todo nuevo desarrollo reciente en las áreas urbanas está provisto de tanques sépticos.

En 1995/96 un Consultor canadiense desarrolló un plan maestro de alcantarillado sanitario y los componentes de este plan han estado siendo implementados con financiamiento del BID. Algunas rehabilitaciones de alcantarillados han tenido lugar después de 1995, y la Fase 1 del nuevo sistema interceptor ha sido completado.

El mantenimiento se lleva a cabo por la sección de alcantarillados del Departamento de Operaciones (ver **Figura 2.3.1**). El principal problemas de operación y mantenimientos son la falta de financiamiento y equipo. Esto conlleva a incrementar el mantenimiento correctivo como cuando un sistema se deteriora por lo tanto no posibilidad de llevar a cabo el mantenimiento preventivo.

La mano de obra llega a 38 personas y generalmente han estado trabajando para al ENACAL por largo tiempo. En equipo de manteniendo de manholes y alcantarillados el cual ha sido bien entrenado por los fabricantes de los sistemas de limpieza. Este conocimiento se pasa entonces a los otros sobre la marcha. El equipo Vactor es viejo, y el equipo Scania ha estado en el uso desde

1996; ambos padecen de averías largas y frecuentes. Existen otras unidades en la sección de alcantarillado sanitario para el mantenimiento de las conexiones e instalaciones nuevas, y el mantenimiento de las colectoras.

## 2.7.2 Trabajos de Mejoramiento en ejecución

ENACAL tiene actualmente un programa de inversión para los trabajos de capital que han estado implementando cuyo monto asciende a \$114.53 millones de dólares americanos. De la lista de proyectos en Nicaragua, para ambos sectores, suministro de agua y saneamiento, se debe resaltar el Programa de Mejoramiento Medioambiental del Lago de Managua y la Ciudad de Managua es el que requiere a una inversión de más de la mitad del monto total de inversión.

Los trabajos incluyen la construcción de un colector costero, estaciones de bombeo y una planta de tratamiento de aguas residuales. La finalización del proyecto se espera por el año 2007, y permitirá aumentar la cobertura del servicio de alcantarillado Sanitarios, significativamente. Los detalles de financiación de los proyectos se dan a continuación:

**Cuadro 2.7.1 Proyectos en ejecución en Managua**

Entidad financiera	2004	2005	2006	2007	Total US \$ x 1,000
Préstamo BID	1,581.50	7,261.60	4,769.40	3,679.00	17,291.50
Préstamo Fondos Nórdicos	1,630.50	2,317.40	2,775.50	0.00	6,723.40
KfW (Donación)	10,002.40	7,239.60	5,345.40	5,071.20	27,658.60
Fondos locales	1,652.80	993.00	1,110.20	539.20	4,295.20
Fondos del Tesoro	724.80	520.50	520.40	0.00	1,765.70
Total	15,592.00	18,332.10	14,520.90	9,289.40	57,734.40

Fuente: BID

La situación actual de los trabajos en ejecución:

### (1) Préstamo del BID (Fase II) : Alcantarillado e Interceptores

Hasta la fecha ya se han finalizado los trabajos de la Fase I que consisten en reemplazar alrededor de 20 kilómetros de alcantarillado y la construcción del primer tramo del interceptor (con una capacidad para el año 2015 de interceptar 180,000m<sup>3</sup>/día).

La Fase II permitirá rehabilitar o reemplazar aproximadamente otros 20 kilómetros de alcantarillado, también una nueva alcantarilla a ser construida hacia la nueva planta de tratamiento de aguas residuales domésticas (con una capacidad para el 2025 de 250,000 m<sup>3</sup>/día). El diseño será realizado por consultor externo que ha comenzado en noviembre del 2004 y lo completará en junio de 2005. Los Trabajos de diseño incluyen el tercer y último interceptor a ser construido en la próxima fase. La Fase II está programada a finalizar a finales del 2007. Los Interceptores serán tuberías de concreto (ASTM 3) de diámetros que variarán entre 30 y 84 pulgadas.

### (2) Donación de KfW : Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas.

Recientemente se firmó un contrato entre Biwater (una compañía del Reino Unido) para Diseñar, Construir y Operar por un período de 5 años, una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas que comprende de tratamiento por sedimentación, por filtros de goteo, sedimentación final, digestores de lodo, y el efluente será descargado al Lago de Managua. (con una capacidad al 2015 de

180,000m<sup>3</sup>/día). El período de diseño es de 6 meses seguidos por un período de 2 años para su construcción hasta su finalización en el año 2007.

### **(3) Fondo Nórdico (Préstamo de FDN): Estaciones de Bombeo**

Cinco estaciones de bombeo y la instalación principal de bombeo en la entrada del tren de tratamiento esta diseñándose actualmente por el mismo consultor que diseña las interceptoras. El diseño estará finalizado en Junio del 2005 y esto será seguido por un período de construcción de un año hasta su terminación en el año 2006. El contrato seguirá los procedimientos establecidos para procesos de licitación internacionales con el suministro de la planta proveniente de los países Nórdicos.

## **2.8 ASPECTOS REGULADORES, INSTITUCIONALES Y ORGÁNICOS**

El marco conceptual para el sector agua y saneamiento tiene su base en las políticas gubernamentales como lo es el Plan Nacional de Desarrollo (PND) y la Estrategia para la Reducción de la Pobreza, Fortalecimiento y Crecimiento Económico (ERCEP).

CONAPAS ha emitido un documento para el Gobierno de la República de Nicaragua titulado "Estrategias Sectoriales para el sector Agua Potable y Saneamiento" (2005-2015) fechado diciembre del 2004.

Este documento presenta la situación actual del sector, las visiones para los años 2009 al 2015, así como las estrategias y las actividades necesarias para alcanzar las Metas o Retos del Milenio y los del PND. Las Estrategias consideran los aspectos principales que comprenden el sector, tales como: el Marco Legal e Institucional, Economía y Finanzas, el Plan de Inversiones, el Sub-sector Rural, la Participación Comunitaria y Comunicación con la Población, Salud, Ambiente y Reducción de la Pobreza, Gobernabilidad, Investigación y Desarrollo Tecnológico y Sistemas para Monitoreo y Evaluación.

Esta estrategia global ha sido aceptada como el marco para el desarrollo en el sector y todos los interesados incluso el ente regulador y los proveedores de servicio están exigiendo seguir esta estrategia. Éste es un paso muy significativo en el desarrollo del sector, y las instituciones gubernamentales que componen el sector son:

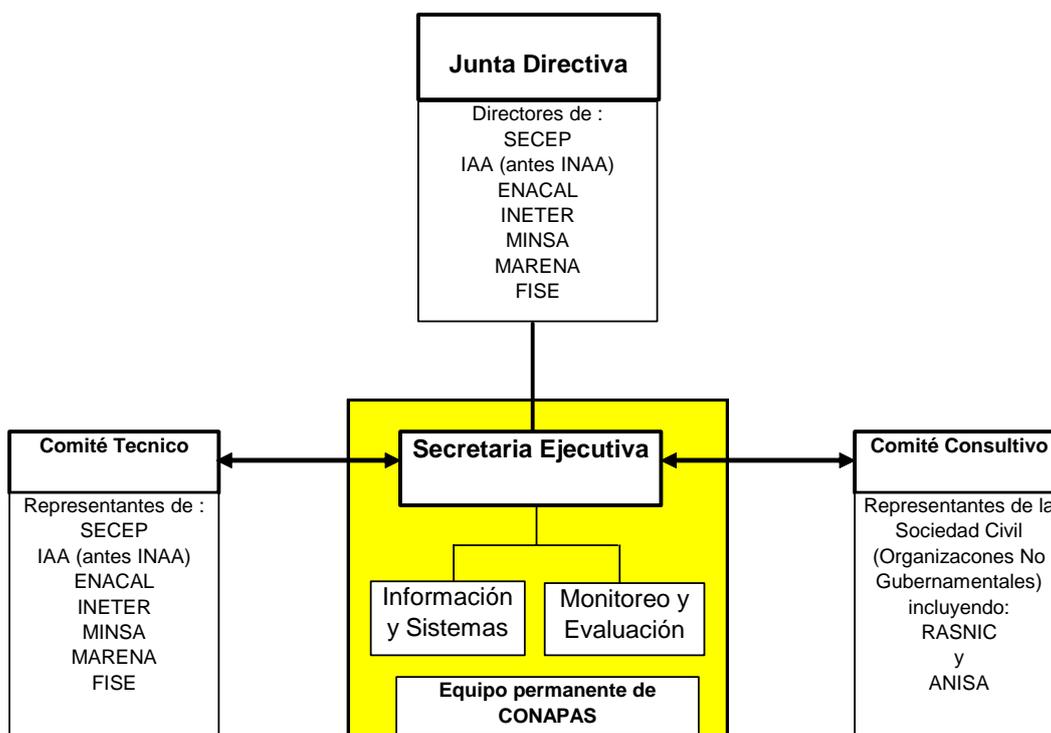
**La Comisión Nacional de Agua Potable y Alcantarillados Sanitarios (CONAPAS)**, es responsable de organizar y fijar las políticas, planificar y coordinar el sector agua, bajo la dirección general de la SECEP. CONAPAS es la entidad rectora del Sector y esta integrada por las siguientes Instituciones y Ministerios cuyos ejecutivos principales conforman la Junta directiva:

- Secretaría de Coordinación y Estrategias de la Presidencia (SECEP)
- El Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (INAA)
- La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL)
- El Ministerio de Salud (MINSAL)
- El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)
- El Ministerio de Recursos Naturales y del Ambiente (MARENA)
- Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE)

Representantes de estas instituciones y ministerios forman un Comité Técnico que es parte de la estructura de CONAPAS y se reúnen de una forma regular. El personal permanente la secretaría que pronto será reforzada con las secciones para los Sistemas de Información y la de Monitoreo y Evaluación.

Para asegurar una buena comunicación con los grupos civiles CONAPAS consultará con las organizaciones especialistas en el sector, como la Red de Agua y Saneamiento de Nicaragua (RASNIC), la Asociación Nicaragüense de Ingeniería Sanitaria y Medioambiente (ANISA) y otras organizaciones gubernamentales. La Organización de CONAPAS se muestra en la **Figura 2.8.1**.

**ORGANIGRAMA DE CONAPAS Figura 2.8.1**



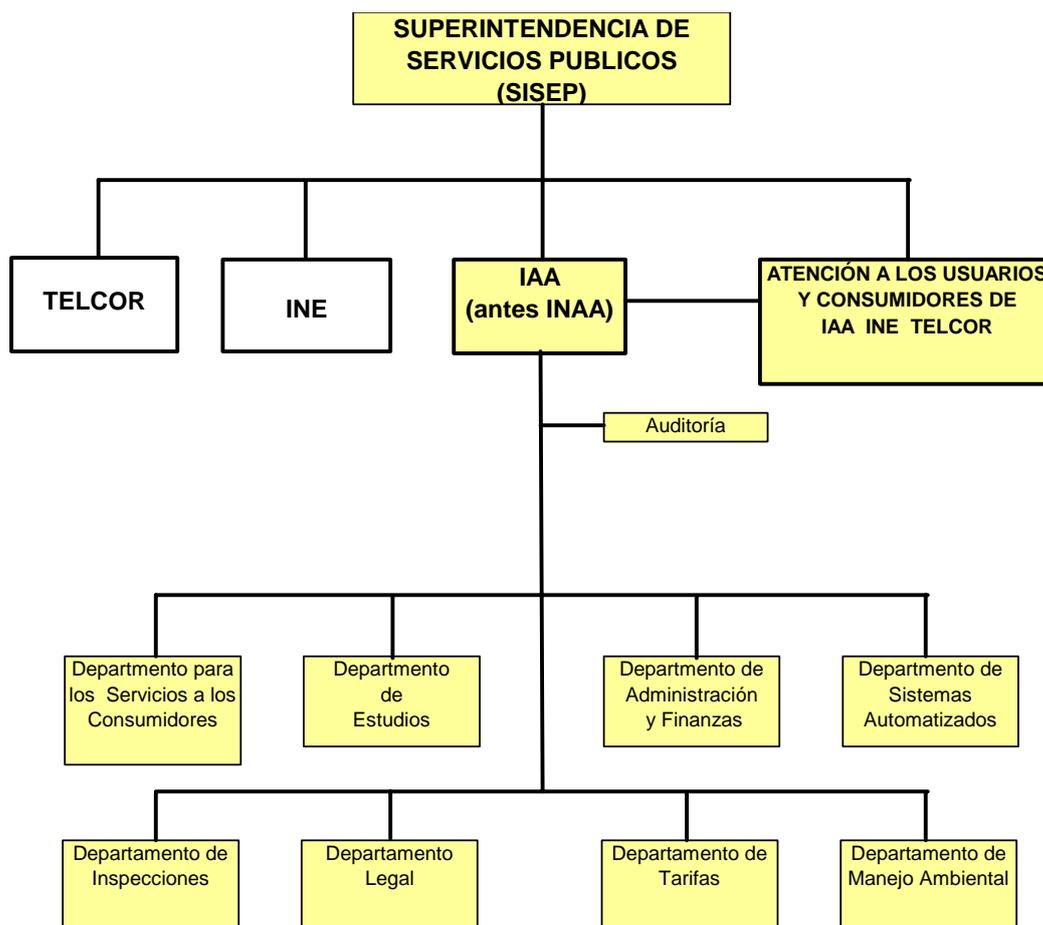
**Figura 2.8.1 Organización de CONAPAS**

Lo más importante, es que CONAPAS convocará a reuniones de consulta con la "Submesa", de agua potable e saneamiento, un grupo del contacto para las consultas en el que participarán:

- Instituciones Estatales relacionadas al Sector (CONAPAS), el Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREX), el Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MHCP) y otros;
- Organizaciones Internacionales (incluyendo; BM, BID, JICA, ONU, KfW, COSUDE, etc.)
- Organizaciones de la sociedad civil (incluso RASNIC, ANISA etc.)

**La Secretaría de Coordinación y Estrategias de la Presidencia (SECEP)**, es la entidad responsable de presidir por encima de CONAPAS y administrar su Secretaría Ejecutiva. La misión de la SECEP es preparar las políticas, estrategias y planes de desarrollo estratégico nacional.

**La "Intendencia" de Acueductos y Alcantarillados (IAA)**, sucesor reciente del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), bajo la ley No. 511 del 20 de enero del 2005. Esta nueva ley creó la organización estatal autónoma "Superintendencia" de Servicios Públicos (SISEP) con el control administrativo, funcional y financiero de las "Intendencias" anteriores INAA, INE, TELCOR y una nueva "Intendencia" para la Atención de los Usuarios y Clientes de los tres proveedores de servicio públicos (Ver **Figura 2.8.2**).



**Figura 2.8.2 Organización de la IAA**

Al Superintendente de la SISEP y a los Intendentes de estos Servicios Públicos se les exige tener las calificaciones pertinentes para los cargos y ellos se seleccionarán de una lista preparada por el Presidente del Estado o los Diputados de la Asamblea Nacional para su aprobación con por lo menos el 60% del total de diputados de la Asamblea Nacional. Habrá una Junta Directiva de la SISEP compuesta por el Superintendente que será el presidente de la Junta y los cuatro Intendentes.

La Ley No. 275 de 1998, la ley de reforma del INAA, ha sido revocada. Sin embargo, la IAA retiene la responsabilidad por la regulación del sector, la tarifa y el control global de la provisión de los servicios de agua potable y saneamiento.

Por debajo de la Intendencia para la Atención de los Clientes y Usuarios, están organizaciones sin fines de lucro de consumidores, por medio de las cuales los usuarios y clientes tienen el derecho a ser representados ante el Superintendencia de Servicios Públicos de acuerdo con la nueva ley y sus regulaciones.

**La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL)**, es la principal operadora de sistemas de Agua y Alcantarillados a nivel nacional para Servicios Urbanos. ENACAL provee servicios en todo el territorio nicaragüense, con la excepción de algunos lugares existen operadores locales (por ejemplo Jinotega y Matagalpa); específicamente provee servicio a aproximadamente a 181 ciudades y pueblos para un total de 410,000 usuarios

registrados hasta mayo del 2004, de los cuales los de Managua representan el 50%, León y Chinandega aproximadamente (el Oeste de ENACAL) el 16% de las conexiones domiciliarias y el resto del país el 34% de las conexiones domiciliarias. **Ver Figura 2.8.3.**

Como una institución, ENACAL tiene problemas severos en sus sistemas de operación, comercial, y financiero. Actualmente, existe un plan para mejorar la capacidad institucional de ENACAL a través del préstamo BID No. 1049/SF-NI, que llega a totalizar \$13.9 millones de dólares americanos. De los cuales \$11.6 millones se dedicarán a financiar a un consultor por medio de un Contrato de Servicios e Inversiones en equipos. El contrato es para un período de 5 años y cubre todas las regiones dónde ENACAL presta servicios, y se tiene programados comenzar en un futuro cercano.

Los objetivos del Contrato son apoyar en el corto plazo la modernización de ENACAL con un programa de fortalecimiento institucional y administrativo, esto le permitirá llevar a cabo los trabajos de alta prioridad, tales como mejorar la prestación de servicios, la eficiencia operacional y los ingresos financieros, con soluciones integrales y sostenibles.

**El Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE)**, es la Institución Estatal que se encarga de coordinar el sector rural de agua potable y saneamiento en lo referente a la ejecución de inversiones.

**El Ministerio de Salud (MINS)**, es la entidad responsable vigilar las condiciones de higiene de la prestación del servicio de agua potable y saneamiento, sobre todo con respecto a la calidad del agua para el consumo humano.

**El Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA)**, es el Ministerio en el sector que vela por la preservación de recursos acuáticos, las fuentes de agua potable en las cuencas hidrográficas y los cuerpos de agua que reciben la descarga de las aguas residuales tratadas. Igualmente, tiene la responsabilidad para emprender campañas medioambientales que pueden aumentar el conocimiento de la población en el uso racional del agua y la protección de las cuencas hidrográficas.

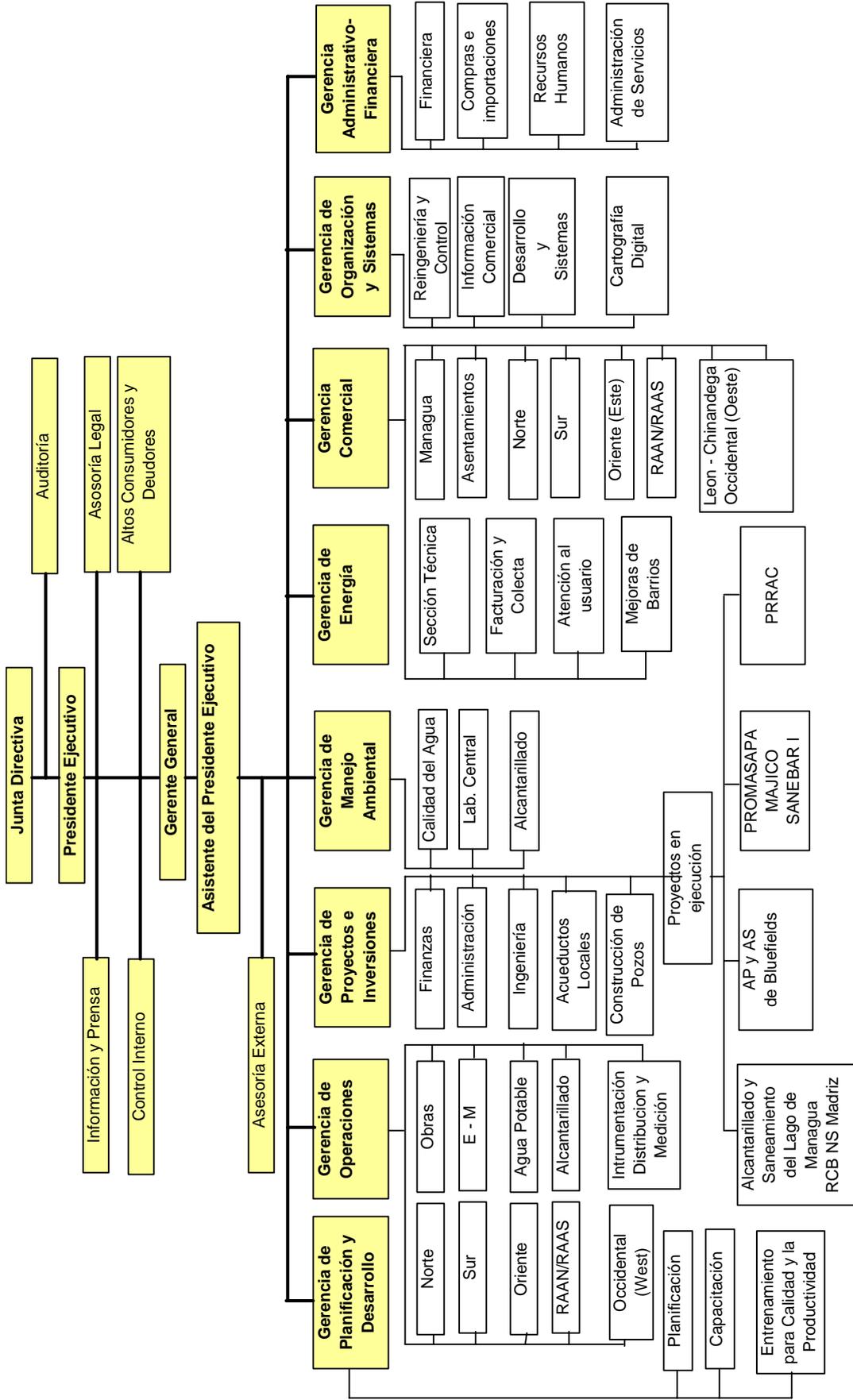


Figura 2.8.3 Organigrama de ENACAL

**El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)**, está a cargo de hacer un inventario apropiado de los recursos de agua que potencialmente son fuentes de agua potable, así como de preparar la planificación urbana requerida para la formulación de proyectos de expansión de redes de agua potable y de sistemas de alcantarillados sanitarios. Igualmente, tiene la responsabilidad, posterior a cualquier evento extraordinarios (desastres), con los aspectos relacionados con la reducción de la vulnerabilidad de los sistemas de agua y saneamiento.

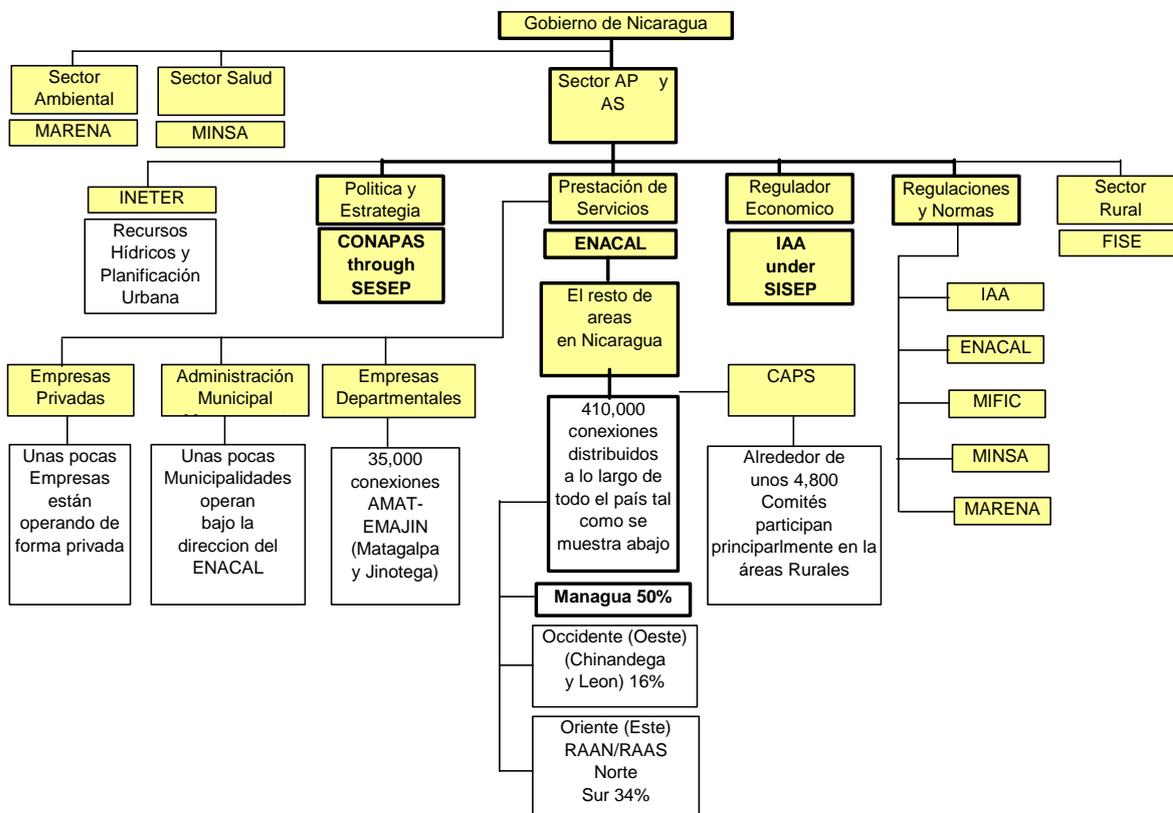
La estructura nacional institucional-gubernamental para el sector Agua y Saneamiento se presenta en la **Figura 2.8.4**. Otras instituciones directamente conectadas con el sector de agua son:

**Las Municipalidades**, las municipalidades irán asumiendo gradualmente responsabilidades mayores y ellos tendrán un involucramiento mayor en el manejo de los servicios de agua potable y saneamiento.

**La Asociación de Municipalidades de Nicaragua (AMUNIC)**, representan todas las municipalidades.

**La "Submesa" de agua potable y saneamiento** (tal como se detallo anteriormente).

**La Comisión Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)**, es responsable para la zona de cuidar la vigilancia y la preservación de la utilización de recursos de agua como las fuentes de agua para el consumo humano.



**Figura 2.8.4 Estructura Nacional Institucional del sector Agua y Saneamiento**

**El Sistema Nacional de Prevención de Desastres (SINAPRED)**, es la Institución que tiene a cargo el mejorar las condiciones de preparación y atención debido a emergencias en caso de ocurrencia de un evento natural.

**Organizaciones especiales dentro del Sector**, tales como la Red de agua y saneamiento de Nicaragua (RASNIC), La Asociación de Ingenieros Sanitarios y Medioambientales de Nicaragua (ANISA) y otros ONGs para ser consultados en los aspectos del sector.

## **2.9 ASPECTOS FINANCIEROS**

### **2.9.1 Condiciones actuales de la Estructura del Sistema Financiera**

El sistema financiero de ENACAL recae todo en un solo dominio el “Sistema Informático Administrativo – Financiero”. Entre los 16 Departamentos y dos Regiones Autónomas del país, ENACAL maneja el suministro de agua y sistemas de alcantarillado sanitario en 14 Departamentos y dos Regiones Autónomas a excepción de los Departamentos de Jinotega y Matagalpa.

ENACAL establece oficinas Sucursales en las áreas administrativas respectivas, que generalmente se localizan en sus pueblos importantes como las cabeceras municipales. Cada sucursal tiene una experta en sistema computacional – financiero, que envía los siguientes datos del suministro de agua y del sistema de alcantarillado sanitario a la departamental todos los meses: facturación, recibos, compras, cheques, inventario de activos fijos, la nómina, etc. De los 14 Departamentos y dos Distritos Autónomos, el departamento de Managua tienen los sistemas de suministro de agua y alcantarillado sanitario más grande de entre todas estas Sucursales. Y claro está, el sistema de abastecimiento de agua y de alcantarillado sanitario de la Ciudad de Managua, en el Departamento de Managua, es el más grande de todos los sistemas que están a cargo de la administración de ENACAL.

La oficina central de ENACAL compila todos los datos financieros e información de las respectivas Sucursales en estados financieros consolidados de ENACAL todos los meses. Los Departamentos y las regiones autónomas no tienen ningún sistema de intercambio de información entre ellos. Dentro de pocos años, el sistema de administración que incluye el sistema financiero se modernizará por medio del proyecto “Programa de Modernización la Administración de los servicios de Agua y Alcantarillado Sanitario” financiado por el BID y la OPEP.

### **2.9.2 Estado financiero (resultados) del Sistema de Abastecimiento de Agua de la ciudad de Managua.**

#### **(1) Estado Financiero (resultados) del ENACAL**

El sistema financiero (resultados) del ENACAL esta completamente centralizado en la oficina matriz en la Ciudad de Managua. Subsecuentemente como no se compila ninguna de los estados financieros de las oficinas sucursales en el sistema financiero informatizado, es imposible obtener datos financieros e información en las oficinas locales.

Los estados financieros (resultados) del ENACAL en los últimos tres años, entre los años 2001 al 2003, se dan en los **Cuadros 2.9.1** al **2.9.3**. Estos están basados en documentos de una auditoria externa. El **Cuadro 2.9.1** se presenta el Balance General (B/G). Los activos totales totalizaron C\$ 3,070 millones en 2003. Del total de los activos totales, los activos fijos correspondieron a C\$ 2,697 millones o sea un 88%. Esta proporción estructural es razonable para una empresa de prestación de servicios de suministro de agua y saneamiento.

**Cuadro 2.9.1 Balance General (B/G) del Suministro de Agua y Alcantarillado Sanitario en  
ENACAL: 2001-2003**

(Unidad: Millones de CS)

Concepto	2001 <sup>(1)</sup>	2002 <sup>(1)</sup>	2003 <sup>(2)</sup>
<b>I. Activos</b>	<b>3,078.01</b>	<b>3,328.00</b>	<b>3,069.64</b>
1. Activos Fijos	<b>2,572.24</b>	<b>2,891.07</b>	<b>2,696.97</b>
(1) Propiedades	212.60	213.05	337.22
(2) Instalaciones y Equipos	2,696.16	2,652.22	3,366.06
(3) Construcciones en ejecución	815.09	1,292.73	262.23
(4) Depreciación Acumulada	-1,151.61	-1,266.93	-1,268.53
2. Activos	<b>489.05</b>	<b>435.49</b>	<b>370.16</b>
(1) Efectivo y Depósitos en bancos	73.83	48.07	12.65
(2) Inversiones transitorias	2.36	48.13	83.52
(3) Cuentas por Cobrar	343.88	252.95	205.01
1) Servicios de AP y AS	360.51	386.83	468.81
2) Otras Cuentas por Cobrar	129.09	71.21	17.10
3) Provisión para cuentas incobrables	-145.72	-205.09	-280.89
(4) Inventario	53.54	84.05	66.50
(5) Pago adelantado	15.43	2.29	2.48
4. Otros activos	<b>16.73</b>	<b>1.43</b>	<b>2.50</b>
<b>II. Pasivo y Capital</b>	<b>3,078.01</b>	<b>3,328.00</b>	<b>3,069.64</b>
1. Capital	<b>1,969.40</b>	<b>2,023.65</b>	<b>1,524.30</b>
(1) Acciones ordinarias	1,742.27	1,957.76	1,373.47
(2) Saldo de revaloración de activos	590.40	590.40	847.59
(3) Superavit/pérdida acumuladas	-363.27	-524.50	-696.76
1) Ganancias o pérdidas del año en curso	-152.01	-255.60	-172.15
2) Ganancias o pérdidas del año anterior	-276.10	-363.27	-524.50
3) Ajuste de pérdida del año anterior	64.85	94.36	-0.10
2. Pasivos	<b>1,108.61</b>	<b>1,304.34</b>	<b>1,545.34</b>
(1) Pasivos fijos	877.83	949.46	1,100.95
1) BID*1	631.42	722.05	814.46
2) Fondo Nordico (FND*2)	83.62	95.71	111.29
3) Otras deudas fijas	187.03	198.64	254.24
- Menos: Partes de deudas de corto plazo de los puntos 1) al 6)	-58.71	-103.31	-153.00
(2) Pasivos Corrientes	230.78	354.88	444.39
1) Deuda de corto plazo	58.71	103.31	155.95
2) Proveedores al credito	8.72	32.47	47.79
3) Otros	163.34	219.11	240.64

Fuente: (1) Estados Financieros al 31 de diciembre del 2002 y 2001, June 2003, Grant Thornton

(2) Informe de Auditoria Financiera y de Cumplimiento por los Anos Terminados al 31 Diciembre de 2003 y 2002

Observaciones: \*1 Banco Ineramericano de Desarrollo

\*2 Fondo Nordico para el Desarrollo

ENACAL ha acumulado una gran cantidad de cuentas por cobrar tal como se muestra en el **Cuadro 2.9.1**. La cantidad total de los servicios de suministro de agua y alcantarillado sanitario totalizó C\$ 469 millones al final de 2003. El gobierno central ya decidió subvencionar las cuentas por cobrar acumuladas privilegiando a los siguientes deudores: Universidades públicas, oficinas gubernamentales municipales en Managua, y pensionados. A finales del 2006, el gobierno central las liquidará al ENACAL. La cantidad total se estimó, para el año 2002, como alrededor de unos C\$ 48 millones. Además, el ENACAL por su cuenta está planeando recuperar la mitad del resto de las cuentas por cobrar dentro de 24 meses, según un informe del BID.

En 2003, el Balance General B/G del ENACAL reportó C\$ 1.52 mil millones de capital. De este capital, las donaciones y contribuciones correspondieron a C\$ 1.37 mil millones o sea el 90%. La mayoría de ellos podría venir como donaciones de países extranjeros y organizaciones internacionales. En el mismo Balance General, se reflejó una extraordinaria deuda (obligación fija) de ENACAL de C\$ 1.1 mil millones. Y estaba detallado tal como se muestra a continuación:

Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	C\$ 814 millones
Fondo Nórdico	C\$ 111 millones
Gobierno francés	C\$ 90 millones
OPEP	C\$ 77 millones
Gobierno austriaco	C\$ 42 millones
Otros	C\$ 44 millones
(Menos: Las deudas a corto plazo)	(-) C\$ 153 millones

**Cuadro 2.9.2 Cuadro de ganancias y pérdidas (G/P) de los servicios de abastecimiento de agua y alcantarillado sanitario en ENACAL: 2001-2003**

(Unidad: Millones de C\$)

Concepto	2001 <sup>(1)</sup>	2002 <sup>(1)</sup>	2003 <sup>(2)</sup>
<b>I. Ingresos</b>	<b>674.80</b>	<b>766.80</b>	<b>679.96</b>
1. Ingresos por Ventas	671.85	671.94	695.32
(1) Abastecimiento de Agua	582.23	583.25	608.02
(2) Servicio de Alcantarillado Sanitario	89.63	88.69	87.30
2. Reducción del Servicio	-36.79	-50.56	-43.83
3. Ingresos Financieros	11.15	10.32	9.24
4. Otros Ingresos	28.58	135.10	19.22
<b>II. Egresos</b>	<b>826.81</b>	<b>1,022.40</b>	<b>1,056.87</b>
1. Gastos Operativos	196.76	225.00	324.56
2. Gastos de Mantenimiento	174.02	164.03	97.58
3. Gastos por Ventas	135.58	135.64	175.27
4. Gastos Administrativos	114.29	100.41	204.58
5. Depreciación	120.75	115.34	114.20
6. Egresos Financieros	75.27	91.84	137.44
7. Otros gastos	10.14	190.15	3.25
<b>III. Balance del Año</b>	<b>-152.01</b>	<b>-255.60</b>	<b>-376.91</b>
<b>IV. Subsidio por pérdidas en años anteriores</b>			<b>204.76</b>
<b>V. Déficit Acumulado</b>			
1. Saldo de los años anteriores al inicio del Año	-276.10	-363.27	-524.50
2. Ajuste por pérdidas de años anteriores	64.85	94.36	-0.10
3. Balance del Déficit Acumulados al Final del año	-363.27	-524.50	-696.76

Fuente : (1) Estados Financieros al 31 de diciembre del 2002 y 2001, June 2003, Grant Thornton

(2) Informe de Auditoria Financiera y de Cumplimiento por los Años Terminados al 31 Diciembre de 2003 y 2002

Tal como se muestra en el **Cuadro 2.9.2** de ganancias y pérdidas (G/P), el funcionamiento de ENACAL ha estado creando déficit durante hace mucho tiempo. El déficit anual era de C\$ 152 millones en 2001, C\$256 millones en 2002 y C\$377 millones en 2003. Al final del año fiscal 2003, el déficit acumulado totalizó unos C\$ 697 millones, a pesar que ENACAL había recibido subsidios (C\$205 millones) por las pérdidas de años anteriores.

**Cuadro 2.9.3 Cuadro de Flujo de Caja (F/C) o Fondos en ENACAL para los servicios de abastecimiento de agua y alcantarillado: 2001-2003**

(Unidad: Millones de C\$)

Concepto	2001 <sup>(1)</sup>	2002 <sup>(1)</sup>	2003 <sup>(2)</sup>
<b>I. Flujo Neto de la Actividad Operativa</b>			
1. Pérdidas netas del Año	-152.01	-255.60	-172.15
2. Ajuste para Conciliar las Pérdidas Netas con la Actividad Operativa real			
(1) Depreciación	120.75	115.34	114.20
(2) Provisiones por Cuentas Incobrables	46.56	59.36	75.81
(3) Pérdidas debido a Devaluación de los Préstamos	49.63	55.13	-
(4) Otros Ajustes	-	-	403.68
(5) Cambio en Activos y Pasivos			
1) Incremento (Reducción) de las cuentas por cobrar	-141.09	31.57	-27.87
2) Incremento (Reducción) del Pago por Adelantado	-11.55	13.14	-0.19
3) Incremento (Reducción) del Inventario	8.02	-30.51	17.55
4) Incremento (Reducción) de Otros Activos	-11.61	15.30	-1.07
5) Incremento (Reducción) de los Proveedores al Credito	-44.69	23.74	15.33
6) Incremento del Pago de Intereses	66.66	34.32	47.90
7) Incremento de los Depositos por Garantías	1.51	7.23	1.07
8) Incremento (Reducción) de Cuentas por Pagar	-10.35	19.06	-50.04
9) Incremento de la Reserva Laboral	1.64	1.90	37.59
10) Incremento (Reducción) de las Notas pagables	17.89	-4.85	22.60
Efectivo utilizado para compras necesarias para la Actividad de Ope	-58.65	85.14	484.41
<b>II. Flujo de Caja de la Actividades de Inversión</b>			
1) Incremento de las Propiedades, Instalaciones y Equipos	-383.82	-434.16	-3.77
2) Incremento (Reducción) de las Inversiones Transitorias	1.85	-45.77	-35.39
Efectivo Neto utilizado en Actividades de Inversión	-381.97	-479.93	-39.16
<b>III. Flujo de Caja (Fondos) en Actividades Financieras</b>			
1) Incremento de Prestamos	13.98	69.73	167.52
2) Incremento en Acciones Ordinarias	400.57	215.49	-585.26
3) Incremento por Ajustes de los años anteriores	64.85	94.36	-0.10
Flujo de Caja (Efectivo) utilizado para Actividades Financieras	479.40	379.58	-417.84
Incremento (reducción) del Monto de Efectivo Neto	38.77	-15.21	27.41
Balance al inicio del Año	35.11	73.88	58.67
<b>Balance al Final del Año</b>	<b>73.88</b>	<b>58.67</b>	<b>86.08</b>

Fuente: (1) Estados Financieros al 31 de diciembre del 2002 y 2001, June 2003, Grant Thornton

(2) Informe de Auditoria Financiera y de Cumplimiento por los Anos Terminados al 31 Diciembre de 2003 y 2002

Nota: Algunas cantidades en el cuadro de arriba fueron revisadas en los B/G y G/P.

El **Cuadro 2.9.3** muestra los resultados de flujo de caja o fondos (F/C) durante los últimos tres años. Tal como se muestra en el cuadro mencionado, las actividades de operación reales para los años 2001 y 2002 tenidos un monto relativamente pequeño como - C\$ 59 millones en 2001 y C\$ 85 millones en 2002, respectivamente. La mayoría de actividades de inversión fueron cubiertas por actividades financieras, particularmente por las donaciones y contribuciones. Por otro lado, desde que las actividades financieras bajaron a - C\$ 418 millones en 2003, las actividades de inversión se contrajeron de repente. Las actividades de inversión se cubrieron por el ajuste para conciliar esta reducción con las actividades de operación reales.

## (2) Estados financieros de sistema de abastecimiento de agua de Managua

Con la finalidad de compilar los estados financieros del servicio de abastecimiento de agua en la Ciudad de Managua, el equipo del estudio fijó las siguientes condiciones dadas y asunciones.

- 1) Se utilizarían los estados financieros de la Ciudad de Managua compiladas por ENACAL como los datos básicos, aunque estos incluyen los dos servicios el abastecimiento de agua y de alcantarillado sanitario.
- 2) Los estados financieros del servicio de abastecimiento de agua se obtendrían como las diferencias de los montos del total de los servicios y los montos de alcantarillado. Los

- montos generales se asignaron proporcionalmente a la relación entre los servicios de abastecimiento de agua y de alcantarillado en las respectivas divisiones administrativas.
- 3) El capital y pasivo del suministro de agua en la ciudad de Managua también fue constituido para ser proporcionado a la composición total de ENACAL
  - 4) Los ingresos financieros y otros ingresos fueron considerados para los ingresos del suministro de agua debido a que estos ingresos no se generaban en los servicios de alcantarillado.
  - 5) Debido a que las ganancias y pérdidas extraordinarias se dan en relación a los activos y pasivos estas cifras se dividieron proporcionalmente basados en el ratio (84%:16%) de los valores de activos en medio del tratamiento del suministro de agua y alcantarillado en el 2002.
  - 6) Los gastos de “Registro y Cobro de Tarifa” y “Centro de Costo” en el Cuadro original de G/P se juntaron en los gastos de “Ventas” en el F/L revisado. De la misma forma, los gastos de “Administración” y “Finanzas y Otros” se colocaron en aquellos de “Administración”.

El estado financiero de los servicios de suministro de agua en la ciudad de Managua fue recopilada como se muestra en el **Cuadro 2.9.4** basándose en las condiciones dadas y suposiciones mencionadas anteriormente.

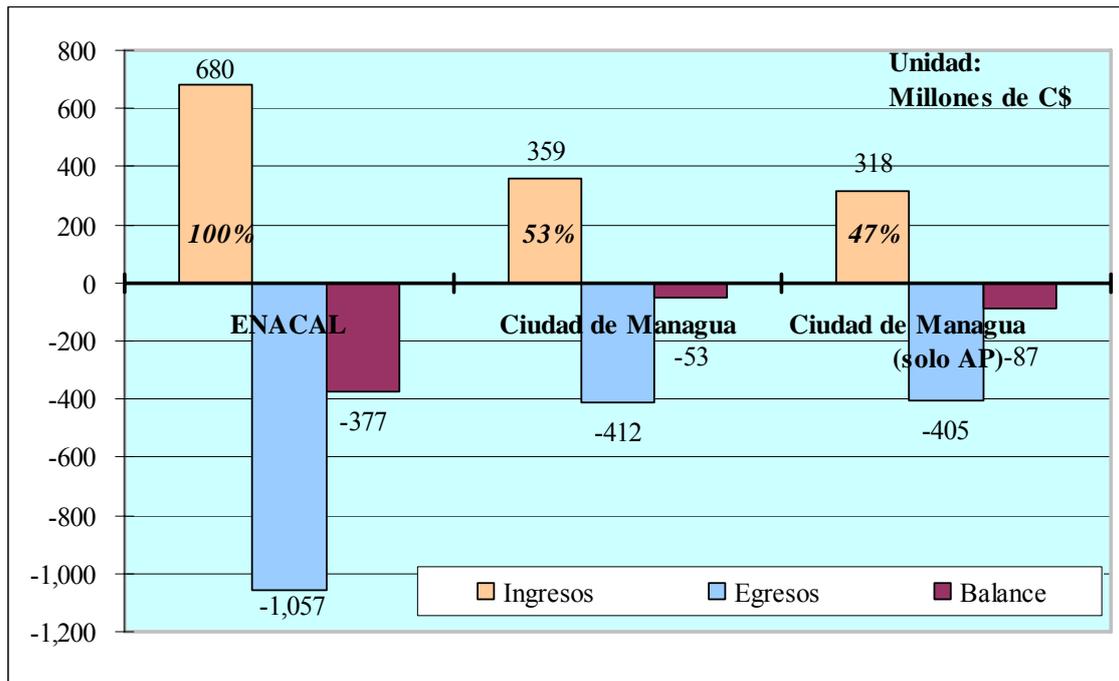
El monto de venta de los servicios de suministro de agua y alcantarillado en la ciudad de Managua fue de C\$ 359 millones. De los cuales C\$ 318 eran de los servicios de suministro de agua en el mismo año representando 89% del ingreso total del servicio en la ciudad de Managua. De la misma manera, sus porcentajes fueron de 83% en 2001 y 84% en 2002. Entonces, el porcentaje fue de aproximadamente 85% como promedio de los años fiscales 2001 a 2003. Además, el desempeño operativo del servicio de suministro de agua en la ciudad de Managua representa 47% de todo ENACAL en el 2003. Estos ratios cambiaron a 45% en 2001 y 38% en 2002. Por lo que la escala de ventas del servicio de suministro de agua solamente en Managua represento 43% del ingreso total de ENACAL.

**Cuadro 2.9.4 Estado Financiero del servicio de abastecimiento de agua en la ciudad de Managua: 2001-2003**

(Unidad: Millones de C\$)

Concepto	2001	2002	2003
<b>Balance General</b>			
<b>I. Activos</b>	<b>797.66</b>	<b>1,043.92</b>	<b>339.38</b>
1. Activos fijos	<b>638.89</b>	<b>811.69</b>	<b>218.87</b>
(1) Propiedades	10.40	10.50	10.60
(2) Instalaciones y Equipos	565.86	680.21	621.54
(3) Construcciones en ejecución	425.00	516.43	15.79
(4) Depreciación	-362.37	-395.45	-429.06
2. Activos corrientes	<b>158.04</b>	<b>231.50</b>	<b>119.78</b>
(1) Efectivo y Depositos bancarios	15.08	10.18	0.19
(2) Inversiones transitorias	-1.34	-0.97	0.00
(3) Cuentas por cobrar	225.02	278.23	341.42
(5) Provisión para cuentas incobrables	-131.33	-115.19	-235.67
(6) Inventario	13.47	13.07	0.00
(7) Otros activos corrientes	37.15	46.18	13.83
4. Otros activos	<b>0.73</b>	<b>0.73</b>	<b>0.73</b>
<b>II. Pasivos y Capital</b>	<b>797.66</b>	<b>1,043.92</b>	<b>339.38</b>
1. Acciones ordinarias	<b>631.61</b>	<b>759.89</b>	<b>241.78</b>
(1) Acciones	762.02	899.94	484.61
(2) Ganacia/pérdida acumulada	-130.41	-140.05	-242.83
1) Ganancia o pérdida por el año analizado	-15.11	-9.64	-102.78
2) Ganancia o pérdida en años anteriores	-115.30	-130.41	-140.05
2. Pasivos	<b>166.05</b>	<b>284.03</b>	<b>97.59</b>
(1) Pasivos fijos	131.48	206.75	69.53
(2) Pasivos corrientes	34.57	77.28	28.06
<b>Cuadro de Ganancias y Pérdidas</b>			
<b>I. Ingresos</b>	<b>302.63</b>	<b>288.56</b>	<b>318.42</b>
1. Ingresos por ventas	317.31	316.77	342.66
2. Reducción del Servicio	-24.81	-35.47	-26.94
3. Ingresos financieros	8.15	4.91	0.09
4. Otros ingresos	1.98	2.35	2.61
<b>II. Egresos</b>	<b>317.99</b>	<b>284.17</b>	<b>405.34</b>
1. Gastos Operativos	52.29	62.69	146.13
2. Gastos por Mantenimiento	143.52	140.93	81.81
3. Gastos por Ventas	85.93	36.98	126.62
4. Gastos Administrativos	1.42	8.29	17.16
5. Dapreciación	33.23	33.08	33.61
6. Egresos financieros	1.60	2.20	0.03
<b>III. Balance Ordinario de Ganancias y Pérdidas</b>	<b>-15.36</b>	<b>4.39</b>	<b>-86.92</b>
<b>IV. Ganancias y pérdidas extraordinarias</b>	<b>0.26</b>	<b>-14.03</b>	<b>-15.86</b>
<b>V. Balance del año</b>	<b>-15.11</b>	<b>-9.64</b>	<b>-102.78</b>
<b>VI. Déficit acumulado</b>			
1. Balance de años anteriores al inicio del año	-115.30	-130.41	-140.05
2. Balance del año analizado	-15.11	-9.64	-102.78
3. <b>Balance del Déficit Acumulado al final del año</b>	<b>-130.41</b>	<b>-140.05</b>	<b>-242.83</b>

ENACAL tenía un déficit de C\$ 377 millones en el 2003 como aparece en la **Figura 2.9.1**. De la misma forma, Managua registró un déficit de C\$ 53 millones en el mismo año. Adicionalmente, el servicio de suministro de agua de la ciudad de Managua registró déficit de C\$ 87 millones que era mucho mayor que el desempeño de los servicios de suministro de agua y alcantarillado. Esto significa que el servicio de abastecimiento de agua tenía un déficit en su desempeño pero que el servicio de alcantarillado podría tener un excedente en el 2003.

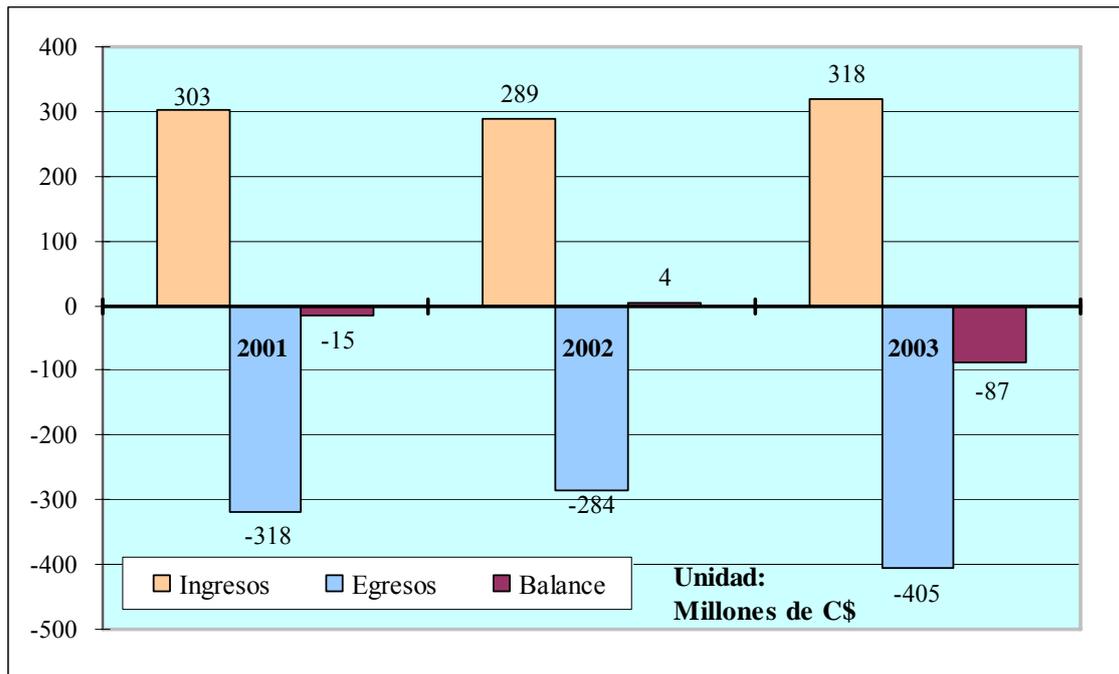


**Figura 2.9.1 Desempeño empresarial de ENACAL, Ciudad de Managua y el servicio de abastecimiento de agua en la ciudad de Managua para el año 2003**

Como se dijo, aun cuando el servicio de suministro de agua registraba un déficit en el 2003, tenía algún excedente en su desempeño ordinario del 2002, ver **Figura 2.9.2**. El incremento de excedente en 2002 se atribuyó a los ahorros de la división de ventas como aparecen en el **Cuadro 2.9.4**. Por otro lado, el déficit en 2003 se atribuyó al incremento de costo de ambas divisiones: operación y ventas. ENACAL no es estable en su desempeño financiero tanto en Managua como en todo ENACAL. Esto se debe a que ENACAL todavía se encuentra en vías de la reforma organizativa al hacerse cargo de los servicios de agua y alcantarillado de INAA.

### 2.9.3 Características de la Dirección

Tomando como base los estados financieros, se efectuaron los análisis financieros para caracterizar el servicio de suministro de agua en la ciudad de Managua. Como resultado de los análisis, varios indicadores de manejo fueron calculados para mejorar la gestión del suministro del agua. El **Cuadro 2.9.5** presenta los indicadores de manejo calculados por medio del análisis. Las condiciones de manejo del 2001 al 2003 se discutieron desde los siguientes puntos de vista: rendimiento, seguridad, productividad y solidez.



**Figura 2.9.2 Transición del desempeño operacional del servicio de abastecimiento de agua en la Ciudad de Managua: 2001 - 2003**

El servicio de suministro de agua de ENACAL debe ser administrado de la misma forma racional y efectiva como se maneja un negocio particular en el mercado privado. Por lo tanto, la administración debe introducir un sistema de administración privado y establecer metas de administración que se basen en datos cuantitativos e información objetiva. Los índices administrativos del servicio de agua son una de las fuentes más efectivas que compila fuentes auténticas. En la tabla los índices de Japón para el servicio de suministro de agua se listan como datos estadísticos Standard del negocio de suministro de agua en Japón.

El rendimiento se evaluó por medio de la clasificación del índice No.1 de “ratio de rendimiento de la operación neta para el capital total” y No. 2 la “rotación del capital total” en la tabla. El primer índice fue peor que el índice japonés. El segundo índice fue mejor que el japonés. Esto se debe a que el capital total es pequeño comparado con el caso Japonés. Una de las principales razones del capital pequeño es el déficit acumulado que resultó en la escala baja del capital. El índice No. 3 de “ratio de gasto neto a ventas netas” fue peor que el índice Japonés. El índice de más de 100 significa que el gasto neto es más que las ventas netas, por ejemplo margen negativo. Entre más agua vende ENACAL más se incrementa el déficit.

La seguridad se juzgó por medio de los índices No.4 al No.8 en el Cuadro siguiente. El ratio de los activos fijos fueron revisados por medio del No.4 de “ratio de activo fijos” y No.5 “ratio de activos fijos a capital a largo plazo”. El ratio anterior se deseaba fuera menor del 100%. Aun si el ratio anterior estuviera en una condición peor pero el último ratio fuera menor del 100% la seguridad podría ser justa dentro de los rangos permisibles en la seguridad. Por lo tanto, la administración de los activos fijos está en condiciones equitativas. Aunque el índice muestra una mejor condición en términos de activos fijos el total de activos fijos pareciera ser muy pequeño debido a la poca inversión para reemplazo y reproducción.

**Cuadro 2.9.5 Índices Gerenciales del Servicio de Abastecimiento de Agua en la Ciudad de Managua: 2001 al 2003**

No.	Concepto	Unidad	2001	2002	2003	Índice en Japón*4
1.	Ratio Utilidades Netas Operativas en relación al Capital Total	%	-	0.58	-	0.67
2.	Rotación del Capital Total		0.46	0.37	1.31	0.13
3.	Ratio de los gastos Netos en relación al monto de las ventas Netas	%	109	101	128	95
4.	Ratio de Activos Fijos	%	101.2	106.8	90.5	182.6
5.	Ratio de Activos Fijos en relación al Capital de Largo-plazo	%	83.7	84.0	70.3	94.5
6.	Ratio Corriente	%	457	297	427	302
7.	Rotación de las Cuantías por Cobrar		1.3	1.0	0.9	7.9
8.	Ratio de Depreciación de los Activos Fijos	%	5.9	4.9	5.4	3.4
9.	Producción Anual por Empleado	*1	454	462	571	5,706
10.	Precio Unitario	C\$/m <sup>3</sup>	4.8	4.6	5.1	19.7
11.	Costo Unitario de Producción	C\$/m <sup>3</sup>	5.2	4.6	6.6	18.8
12.	Ratio de Utilización de Activos Fijos	*2	205	166	663	1.0
13.	Compensación Mensual por Empleado	*1	6.1	6.4	8.0	-
14.	Ratio de Compensación del monto de Ventas Netas	%	16.1	16.5	16.9	19.3
15.	Numero de Empleados por Agua Suministrada	*3	1.8	1.6	1.4	1.2

Note: \*1 C\$1000/Personas, \*2 m<sup>3</sup>/C\$ 1,000, \*3 Personas/1000m<sup>3</sup>/día

\*4 En 2001 a excepción No.10 y 11 que son para el año 2002

Aunque el índice No.7 de “rotación de cuentas por cobrar” era malo en comparación con el índice japonés. Este indica una rapidez en el cobro de las facturas. Un periodo de cobro de facturas se calcula aplicando la siguiente formula: Periodo de cobro de facturas = 365 días / Rotación de cuentas por cobrar. Al aplicar esta formula, el índice de 1.0 significa que toma un año coleccionar todas las cuentas por cobrar. Por lo tanto, el ratio debe ser mejorado lo más pronto posible para efectos de seguridad financiera. Dicho sea de paso el índice de 7.9 del caso japonés significa casi 1.5 mes por colecta.

El ratio de depreciación de los activos fijos (No.8) muestra la magnitud de la depreciación contra el valor del libro de los activos fijos depreciables. El inverso del ratio antes mencionado da el promedio de la vida económica de los activos fijos. Por ejemplo, 5.4% para el año 2003 indican alrededor de 18 años de vida económica. Además, los activos fijos ya se han depreciado aproximadamente un 70% de su valor total en el año 2003 aunque este porcentaje en Japón fue de alrededor de un 32% como promedio para 2002. Por lo tanto, esto demuestra que una nueva inversión y trabajos de reemplazos deberán retrasarse o estancarse de la programación normal.

La productividad fue evaluada por medio de los índices del No.9 al No.15. El índice No.10 “Precio Unitario” fue de C\$4.8 /m<sup>3</sup> para el año 2001, C\$4.6 /m<sup>3</sup> para el 2002 y C\$5.1/m<sup>3</sup> en el 2003 siendo obviamente mas pequeño que el precio publico anunciado en el 2004 de C\$5.8/m<sup>3</sup> aun considerando la tasa de inflación anual. Esto significa que el precio promedio del agua en la ciudad de Managua fue establecido en un nivel muy bajo. Además, el índice No. 11 “Unidad de Producción de costo” muestra que la unidad de precio es más grande en los años respectivos. Esta también es otra evidencia del margen negativo en el servicio de suministro de agua en la ciudad de Managua.

Tal como se muestra en el número de empleados por volumen de agua suministrado en el índice No. 15 el número de personas para suplir de agua pareciera ser grande en comparación con el promedio de Japón. Como se mira en la tabla se disminuyo de 1.8 personas por 1,000 m<sup>3</sup> por día en 2001 a 1.4 personas por 1,000 m<sup>3</sup> por día en el 2004 pero aun así es más que el promedio

japonés. Por lo tanto, el número de empleados debe reducirse tomando en consideración el Standard japonés.

La solidez del sistema financiero se evalúa por medio de los índices de rendimiento, seguridad y productividad. Estas condiciones financieras no solamente son para estos índices para lograr buenos resultados pero también deberán estar en buen equilibrio entre estos índices. Ya que los índices fueron analizados tomando en cuenta los japoneses, los resultados de la evaluación no siempre pueden ser pertinentes a las condiciones de ENACAL. El principio de dirección es algo común en el mundo comercial o de los negocios. Estos índices deben utilizarse adecuadamente para manejar el negocio de abastecimiento de agua sanamente.

Se dice que ENACAL tuvo razonables altos niveles en la tasa de facturación – colecta, es decir, 88% a 91% en los recientes años. A pesar de lo anterior, el servicio de abastecimiento de agua de ENACAL en la Ciudad de Managua registró un monto total de C\$ 341 millones de cuentas por cobrar en 2003, (ver **Cuadro 2.9.4**). ENACAL ha anunciado que para mejorar la condición financiera referida emprenderá las siguientes acciones: Entre el total de cuentas por cobrar, algunos montos (alrededor de C\$48 millones) de diversas cuentas por cobrar ya se decidió ser pagado por el gobierno central. Otras partidas todavía eran dudosas en lo referente a su colecta. Unos C\$ 170 millones o 37% de la cantidad total ha sido reportado como “incobrables” antes del año 2000. Además, se dice que un 45% del monto total podría ser incobrable, según el informe de BID de “Informe de Desarrollo de Dirección”. En lo que se refiere a la Ciudad de Managua, el detalle segregado de los montos de las cuentas por cobrar no está claro en los estados financieros de la empresa. Sin embargo, la situación extraordinaria de las cuentas por cobrar podría ser casi misma para todo el ENACAL, no solo para Managua. Estas grandes cantidades de cuentas por cobrar siempre dan problemas de flujo de caja en efectivo a la dirección de la empresa.

#### **2.9.4 Costo de producción de agua**

Los costos de producción de agua de ENACAL se estimaron en el **Cuadro 2.9.6** los que se basaron en el volumen total de producción del agua y los costos de Operación y Mantenimiento. Los costos de producción unitarios durante los tres años desde 2001 a 2003 de la tabla fueron mayores que los precios unitarios promedios, como se dijo anteriormente. Los precios unitarios promedios fueron menores que los costos de producción correspondientes, exceptuando en el 2002.

En 2003, el costo de producción de agua era de C\$ 7.2/m<sup>3</sup> y el precio unitario fue de C\$5.1 m<sup>3</sup> como se muestra en la tabla. Estas cifras se basaron en el volumen de agua de 61.5 millones m<sup>3</sup> por año los que fueron vendidos a los consumidores. En las bases de producción, ENACAL produce 145 millones m<sup>3</sup> por año. Por lo que su costo de producción se calculó en C\$ 3.1/m<sup>3</sup> por el lado de la planta. Aproximadamente 57 % de la producción fue clasificada como agua no contabilizada. De cualquier manera, si ENACAL espera obtener una ganancia neta del 15% bajo las presentes condiciones administrativas debería incrementar las ventas totales de C\$ 316 millones en el 2003 a C\$ 650 millones, correspondiendo a 127 millones m<sup>3</sup> más del volumen anual o 100% más de 61.5 millones m<sup>3</sup> vendido en el 2003. Sería imposible para ENACAL obtener esta meta en el actual mercado de agua. Por lo que pareciera que ENACAL no tiene una constitución financiera rentable en su administración.

#### **2.9.5 Sistema Tarifario de Agua**

##### **(1) Actuales tarifas de agua en la ciudad de Managua**

En principio, ENACAL recauda los cargos por agua en base al sistema de lectura. La tarifa actual de agua consiste de dos vías: fija y cargos variables como se presenta en el **Cuadro 2.9.7**. La

tarifa se clasifica en cuatro categorías: (a) grupo de usuarios domésticos subsidiados internamente, (b) residenciales en general, (c) residenciales en las carreteras principales y (d) otros usuarios como industriales, comerciales e institucionales. Los índices unitarios se establecieron en base a las categorías anteriores y por el volumen de agua consumido. La **Figura 2.9.3** muestra los cargos de agua mensuales por categoría y por consumo de agua.

**Cuadro 2.9.6 Precio Unitario y Costo de Producción del Agua en la Ciudad de Managua: 2001-2003**

Concepto	Unidad	2001	2002	2003
<b>1. Información Gerencial</b>				
Producción	Millones m <sup>3</sup>	131.11	134.72	145.06
Volumen vendido	Millones m <sup>3</sup>	61.25	61.45	61.54
Agua no contabilizada	Millones m <sup>3</sup>	69.87	73.28	83.51
Eficiencia	%	46.71	45.61	42.43
Empleados	Personas	758	713	650
Conexiones activas	Uni	155,905	164,865	169,843
No. of Empleados por Conexion	Uni	4.86	4.32	3.83
<b>2. Ventas</b>				
Ventas de agua	Millones C\$	292.50	281.30	315.72
Reducción del Servicio	Millones C\$	317.31	316.77	342.66
		-24.81	-35.47	-26.94
<b>3. Precio Unitario</b>				
(1) Precio Unitario por Agua Vendida	C\$/m <sup>3</sup>	<b>4.78</b>	<b>4.58</b>	<b>5.13</b>
(2) Precio Unitario por Agua Producida	C\$/m <sup>3</sup>	2.23	2.09	2.18
<b>4. Costos de Producción</b>				
(1) Costos Directos por Producción de Agua	Millones C\$	368.40	327.25	445.49
(1) Operación	Millones C\$	228.46	236.14	260.98
a) Producción de Agua	Millones C\$	145.03	139.95	183.82
a) Distribución de Agua	Millones C\$	120.39	118.43	55.03
a) Operación	Millones C\$	0.45	0.28	0.11
a) Operación	Millones C\$	24.19	21.24	128.67
2) Mantenimiento	Millones C\$	22.40	21.76	23.65
3) Depreciación	Millones C\$	32.65	32.52	33.06
4) Otros	Millones C\$	28.38	41.90	20.46
(2) Egresos Gerenciales	Millones C\$	139.94	91.12	184.51
1) Ventas	Millones C\$	85.93	36.98	126.62
2) Administración	Millones C\$	1.42	8.29	17.16
3) Depreciación	Millones C\$	0.59	0.56	0.55
4) Egresos Financieros	Millones C\$	1.60	2.20	0.03
5) Transferencias al Nivel Central	Millones C\$	50.41	43.09	40.16
<b>5. Costo Unitario de Producción</b>				
(1) Costo Unitario de Producción por Agua Vendida				
1) Solo Costos Directos	C\$/m <sup>3</sup>	3.73	3.84	4.24
2) Costos Totales	C\$/m <sup>3</sup>	<b>6.02</b>	<b>5.33</b>	<b>7.24</b>
(2) Costo Unitario de Producción por Agua Producida				
1) Solo Costos Directos	C\$/m <sup>3</sup>	1.74	1.75	1.80
2) Costos Totales	C\$/m <sup>3</sup>	2.81	2.43	3.07

La tarifa fue establecida en las cuatro categorías mencionadas anteriormente mediante la modificación de los precios promedios de C\$ 5.58/m<sup>3</sup> equivalente a aproximadamente US\$ 0.36/m<sup>3</sup>. Los índices de tarifa son tan bajos que los cargos por agua no pueden cubrir los costos totales de la producción de agua, como se abordó en la sección anterior.

Aunque a un usuario que no está clasificado en las cuatro categorías debido a que no tiene medidor se le cobra una tarifa fija de C\$ 55.86/mes/vivienda equivalente a un consumo de agua de 26 m<sup>3</sup>/mes. Estos usuarios podrían consumir mucho más agua que los 26m<sup>3</sup>/mes debido a su condición de no medible. Esta condición se dice es causa de una de las más serias causas de pérdida de agua para ENACAL.

**Cuadro 2.9.7 Tarifa de Agua: 2004**

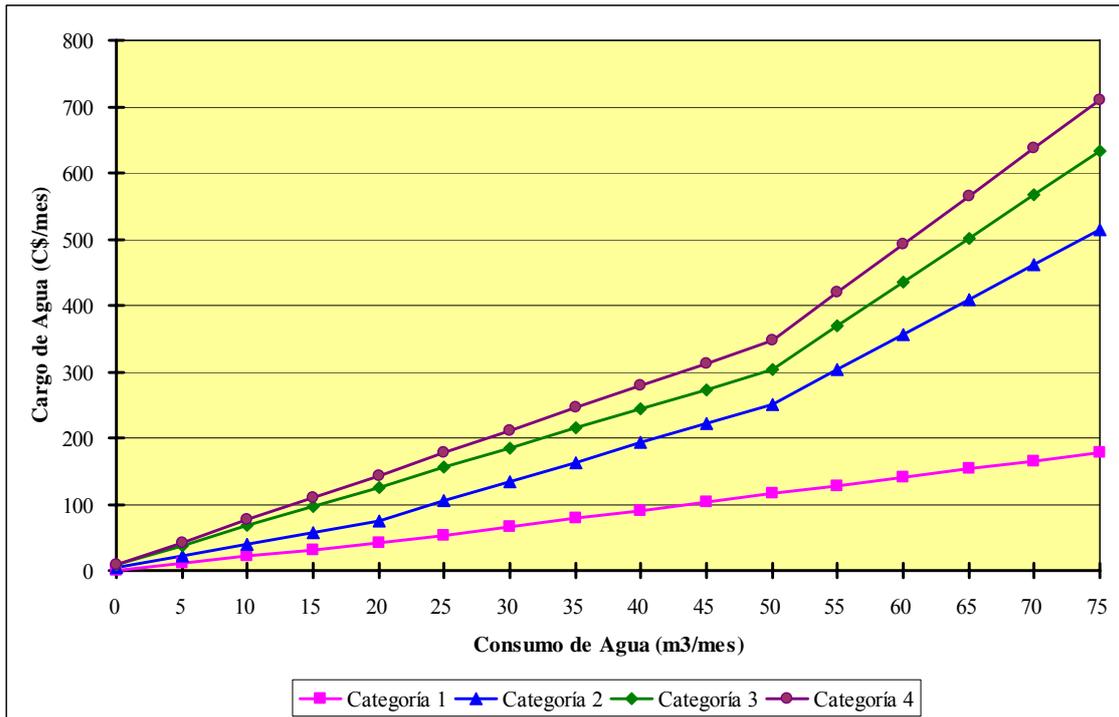
Categoría	Cargo permanente (C\$/Conexion/mes)	Cargo Variable (C\$/m <sup>3</sup> )				
		Rango de Consumo de agua			Precio del Agua	Precio de alcantarillado
<b>Usuarios Domesticos</b>						
1. Grupo Subsidiado	1.06	Menos de	20	m <sup>3</sup> /mes	1.99	0.77
		Mas de	21	m <sup>3</sup> /mes	2.50	0.99
2. Residencias en Genei	4.24	Menos de	20	m <sup>3</sup> /mes	3.54	1.06
		Entre	21-50	m <sup>3</sup> /mes	5.88	1.46
		Mas de	51	m <sup>3</sup> /mes	10.48	3.45
3. Residencias a lo larg de Carreteras	8.56	Menos de	20	m <sup>3</sup> /mes	5.88	1.69
		Entre	21-50	m <sup>3</sup> /mes	5.88	1.69
		Mas de	51	m <sup>3</sup> /mes	13.20	4.27
<b>Usuarios No-domesticos</b>						
4. Otros Usuarios	Usuarios Industriales, Comerciales e Institucion: 8.56			m <sup>3</sup> /mes		
		Menos de	50	m <sup>3</sup> /mes	6.76	1.69
		Mas de	51	m <sup>3</sup> /mes	14.49	4.27

Fuente: ENACAL

La tarifa actual dejó a ENACAL un pequeño margen de ganancia neta en el 2002, pero nuevamente ocasionó un déficit en el 2003. La ganancia fue muy pequeña para solventar el déficit acumulado de los años anteriores. ENACAL está planeando revisar la tarifa. Pero para esto, ENACAL debe tener la autorización del parlamento, de la oficina de la Presidencia, así como también de INAA. El procedimiento para la revisión de la tarifa requiere de mucho tiempo.

La lectura de los medidores la realizan los lectores de medidores una vez al mes para los usuarios que cuentan con los mismos. Los recibos de volumen de agua medida son preparados en un sistema computarizado y distribuido a los respectivos usuarios. Los usuarios pueden efectuar el pago por medio de la red de bancos, directamente al lector de agua o cancelar en la ventanilla de las sucursales de ENACAL. Sin embargo, algunos usuarios no parecieran cancelar sus recibos a tiempo. Esto ocasiona que las cuentas por cobrar de ENACAL sean considerablemente grandes como se dijo en las secciones previas. Un porcentaje considerable de las cuentas por cobrar son atribuidas a los atrasos de las instituciones públicas del gobierno.

Adicionalmente, la mayoría de los usuarios instalan un medidor para conectarse a la tubería de distribución de ENACAL. Después de firmar un contrato con ENACAL, el usuario instala tuberías de conexión incluyendo el medidor a su propio a expensa de su bolsillo. En el 2004, el costo promedio de conexiones nuevas de 13 mm ■ era de C\$ 400 por unidad mas C\$ 50 de depósito de garantía. Su costo en la actualidad depende de las condiciones del sitio del nuevo usuario. Como resultado, una conexión de diámetro mayor requiere de un mayor costo de instalación. El cargo por instalación de medidor se tabula en el **Cuadro 2.9.8**.



**Figura 2.9.3 Cargo de Agua actual por categoría tarifaria**

Todavía, un usuario nuevo debe pagar por la instalación del medidor con la tubería y válvulas, adicionalmente del medidor propiamente dicho. Por lo que el costo total se dice que es de aproximadamente US\$ 125 promedio, que es mucho mayor que los cargos por instalación del nuevo medidor. Sin embargo, el cargo por instalación sería una carga pesada para las familias con bajos ingresos económicos. Esta es una de las razones por la cual el sistema de tarifa medida no puede penetrar en las áreas con bajos recursos. Para las familias con bajos recursos económicos, por consiguiente, una acción correctiva para aliviar la carga financiera podría ser esencial para promover el sistema de tarifa medida en la ciudad de Managua.

**Cuadro 2.9.8 Cargo por instalación de medidor de agua: 2004**

	Diámetro de la Conexión	Cargo por Conexión (C\$)	Deposito de Garantía (C\$)
1.	13 mmø	400	50
2.	20 mmø	550	100
3.	25 mmø	750	150
4.	40 mmø	3,500	700
5.	50 mmø	5,000	1,000

Fuente: ENACAL

Nota: \*1 A un cliente se le cobra C\$30 por cada cambio de razón social.

\*2 Aun cliente se le cobra C\$50 por cada reconexión.

## (2) Tendencia del precio promedio de agua

Conforme a ENACAL, la tendencia del precio nacional promedio del agua respecto a la tarifa de ENACAL se muestra en la **Cuadro 2.9.9**. En 1997, el índice promedio de agua se estableció en C\$ 2.78/m<sup>3</sup>. En lo que respecta al 2004, este precio fue de C\$ 5.58/m<sup>3</sup> o de aproximadamente el doble que el de 1997.

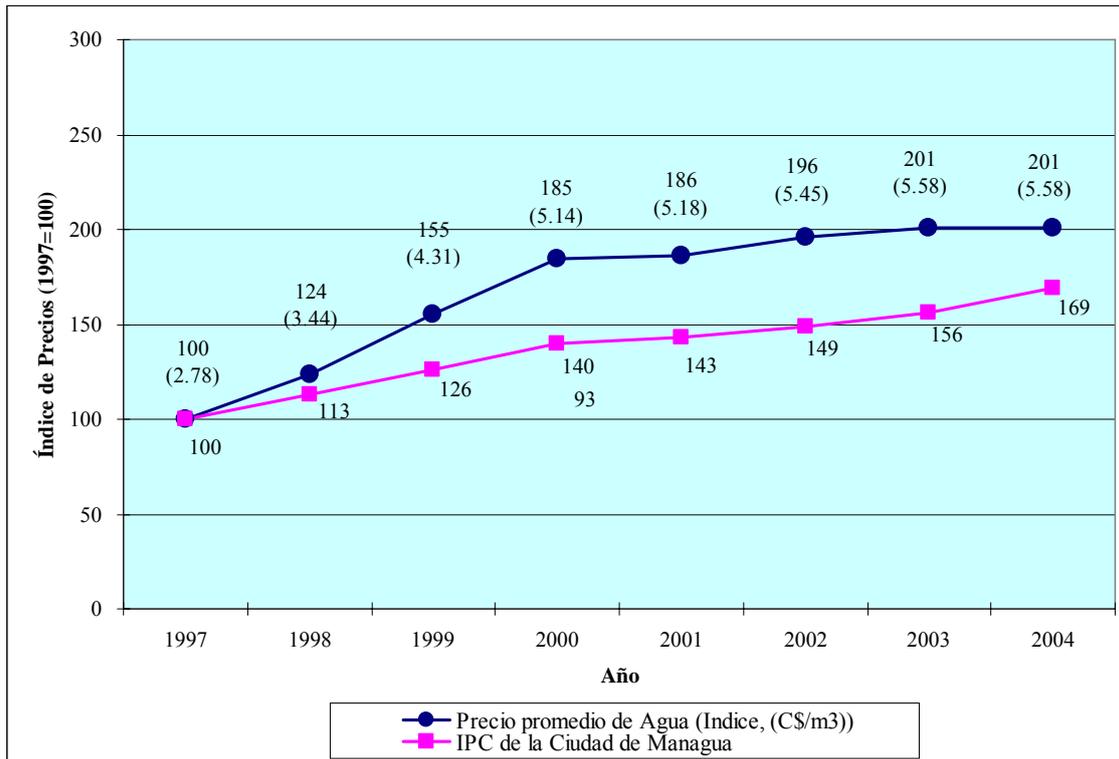
**Cuadro 2.9.9 Promedio nacional del precio del agua**

Año	Promedio Nacional del Precio del Agua		CPI (1999=100)
	C\$/m <sup>3</sup>	US\$/m <sup>3</sup>	
1997	2.78	0.29	79.5
1998	3.44	0.33	89.9
1999	4.31	0.36	100.0
2000	5.14	0.41	111.5
2001	5.18	0.37	113.8
2002	5.45	0.37	118.4
2003	5.58	0.36	124.5

Fuente: ENACAL y BCN

Por otro lado, el índice de precio al consumidor (IPC) en 1997 era de 79.5 (base: 1999=100) y se incrementó a 124.5 para el 2003 como se muestra en el **Cuadro 2.9.9**. Posteriormente, un índice de inflación durante el período fue de casi 1.56 veces. Por lo que, el índice de crecimiento (2 veces para 6 años desde 1997 hasta 2003) del índice promedio de agua fue más alto que el índice de inflación (1.56 veces para el mismo período). El índice de agua estaba adelante del índice de inflación como aparece en la **Figura 2.9.4**. Los usuarios podrían oponerse contra el precio de agua en comparación con el aumento del precio.

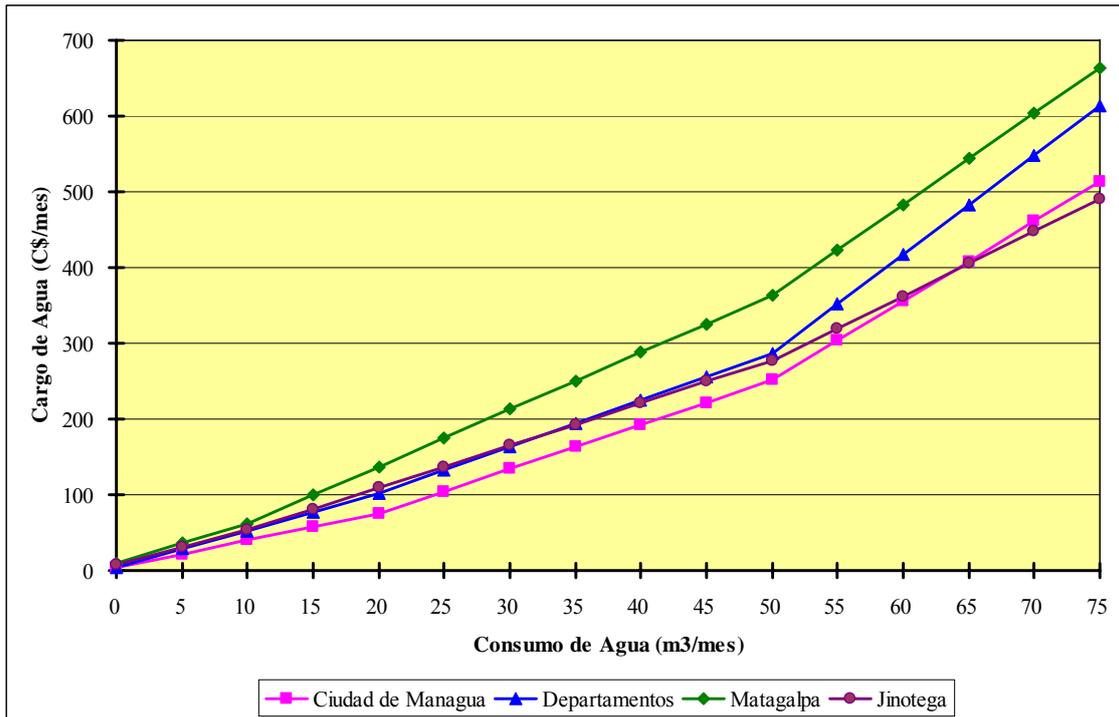
Conforme a los registros de ventas, una vivienda de ingresos medios consume en la ciudad de Managua aproximadamente 26 m<sup>3</sup>/mes promedio para el 2003. A esta vivienda se le cobra C\$ 110.32/mes por agua potable basándose en la tarifa actual. El censo de INEC-EMNV muestra que el gasto promedio de una vivienda era de C\$ 66,980/año en el 2001 conforme al “Informe General 2001, INEC”. Este gasto anual se convertía en C\$ 73,280/anual en 2003 aplicando el (IPC) de 113.8 en 2001 y 124.5 en 2003. Esto es equivalente a C\$ 6,100/mes en el 2003. En consecuencia, el gasto por agua de una vivienda típica representa 1.8% del gasto mensual. Este índice era casi el mismo que se mencionó en el estudio, el cual fue calculado en 1.8%, por ejemplo C\$ 1,214 de agua de C\$ 66,975 del gasto total. Debido a que se asume que el gasto mensual es igual renta (ingreso) mensual disponible este porcentaje es mucho más bajo que el punto de referencia del límite más alto patrocinado por muchos donantes. El punto de referencia fue propuesto de 3-5 % del rango de ingreso disponible. Por consiguiente, la tasa de agua se considera a un nivel más bajo que el precio de otros productos.



**Figura 2.9.4 Tendencia del Precio Promedio de Agua y el IPC**

**(3) Comparación de la tarifa de agua en la ciudad de Managua con otras prestadoras del servicio.**

Además, los precio de agua en la ciudad de Managua son conocidos por ser más baratos que aquellos otros servicios en el territorio. La **Figura 2.9.5** muestra los cargos por agua para una vivienda promedio que consume hasta 75 m<sup>3</sup>/mes en las ciudades y en territorios con servicio. El cargo mensual de una vivienda típica con un consumo de 26 m<sup>3</sup>/mes en las respectivas ciudades y departamentos se calculó en C\$ 90.04/mes por ENACAL en la ciudad de Managua, C\$ 138.44/mes por ENACAL en los departamentos, C\$ 182.62/mes por el Gobierno local en Matagalpa y C\$ 142.73/mes por el Gobierno local en Jinotega. Por lo tanto, los consumidores de agua en la ciudad de Managua pueden gozar del cargo de agua más bajo en todo el país. Un índice de agua promedio de las áreas respectivas fue de C\$ 3.46/m<sup>3</sup> en la ciudad de Managua, C\$ 5.32/m<sup>3</sup> en los departamentos, C\$ 7.02/m<sup>3</sup> en Matagalpa y C\$ 5.49/m<sup>3</sup> en Jinotega.



**Figura 2.9.5 Cargos de agua de los hogares de clase media por área de servicio: 2004**

### 2.9.6 Limitaciones Financieras para el Desarrollo Futuro

A causa de las discusiones en las secciones previas se señalaron las siguientes limitaciones financieras para el desarrollo futuro de ENACAL. Para formular el actual plan sería necesario que se fomenten acciones correctivas para estas limitaciones en el plan financiero.

- *Los costos de producción de agua y precio unitario de la misma se encuentran en un margen negativo.* Como se abordó en la **Sección 2.9.3**, el costo de producción de agua potable era mucho más alto que el precio unitario promedio en la mayoría de años. Esto significa que entre más agua vende ENACAL al consumidor, obtiene más déficit en su administración. En la posición financiera del 2003, ENACAL no podría lograr ganancias ordinarias en el actual mercado del agua. Como resultado, sus ingresos no cubren lo suficiente los trabajos de operación y mantenimiento y por su puesto ejecuta su reemplazo de capital y nueva inversión.
- *Las cuentas por cobrar excesivas empeoran el flujo de caja.* La rotación de las cuentas por cobrar fue de aproximadamente 1.0 para los últimos años. Esto significa que toma casi un año recaudar todas las cuentas por cobrar. Esto pudiera llevar a un crisis en el flujo de caja. Por lo general, en las plantas de aguas la rotación debe ser entre 6 y 8, por ejemplo, la recaudación de las cuentas por cobrar entre 45 días a 60 días. Se dice que la realización de la colecta de tarifa está mejorando de las condiciones pasadas. No obstante, ENACAL todavía tiene pendientes muchas cuentas por cobrar. Estas cuentas pudieran ser un obstáculo para el progreso futuro.
- *Las instalaciones de suministro de agua y equipos están obsoletos.* Para el 2003, los activos fijos para el servicio de suministro de agua ya estaban depreciados en un 70% de los valores totales de los libros. Lo que significa que su reemplazo pudiera retrasarse o paralizarse de su programación estándar. Un reemplazo demasiado tardío pudiera hacerlos imposibles de recuperar sus funciones.
- *La productividad laboral debe ser mejorada.* El número de personal parece ser mucho mayor que el del personal japonés promedio, como se comprobó en el índice de número

de empleados por volumen de agua suministrado. Para mejorar la productividad laboral sería necesaria la capacitación profesional del personal, un alto profesionalismo y conciencia de los trabajadores de campo y la introducción de la automatización apropiada en los procesos de la empresa.

- *La Operación y el Mantenimiento (O y M) son manejados con principios de bajo costo.* Debido a la falta de fondos para los trabajos de operación y mantenimiento el nivel de las condiciones de las instalaciones y los equipos son muy bajas. Ya que el costo de producción de agua se mantiene bajo por el bajo costo del agua los trabajos principales son dejados atrás en los propios niveles de O y M. Por ejemplo, el reemplazo tardío de las instalaciones y equipos y poco inventario se reflejan en los estados financieros.
- *Los balances financieros de la Ciudad de Managua no pueden ser compilados independientemente.* En la actualidad, la administración de ENACAL cubre todo el país exceptuando dos departamentos. La administración financiera esta completamente centralizada por la oficina principal. Por lo tanto, es imposible compilar (separar) los balances financieros de la empresa de agua de Managua. La administración de las instalaciones no pueden tener información financiera para juzgar las condiciones de manejo del servicio de suministro de agua en la ciudad de Managua.