



Proyecto del Tercer Juego de Esclusas

Traducción

Nombre del estudio en inglés: Long-term forecast for municipal and industrial water demand and raw water consumption

Nombre del estudio en español: Pronóstico a largo plazo de la demanda de agua municipal e industrial y consumo de agua cruda

Fecha del informe final: Febrero del 2001

Fecha de la traducción: 12 de mayo de 2006

Nombre del consultor: Montgomery Watson Harza

RESUMEN EJECUTIVO

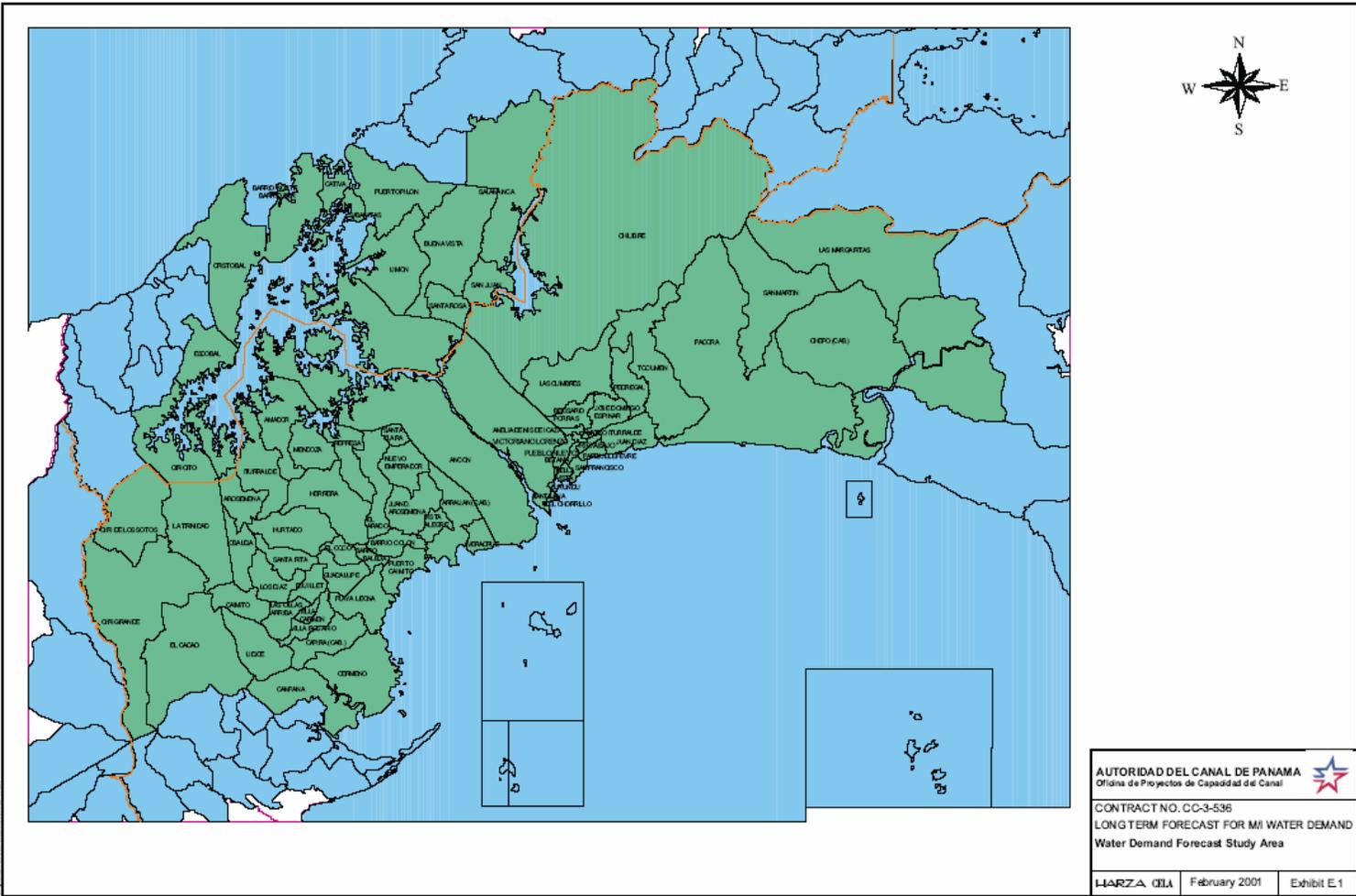


E.1 Base del estudio

Los abundantes recursos de agua dulce de la parte central de la República de Panamá son de importancia crítica como fuentes de suministro de los sistemas de aguas municipales e industriales que abastecen a más de 1.5 millones de personas en la región y para la operación del mismo Canal de Panamá. Históricamente, el suministro disponible de agua en la región ha sido más que adecuado para satisfacer ambas necesidades. Sin embargo, la experiencia reciente ha demostrado que la capacidad de la cuenca actual del Canal de Panamá para apoyar las operaciones del Canal y satisfacer las necesidades de agua municipal e industrial no es ilimitada. Durante 1983 y 1997, períodos extensos de sequía causaron niveles bajos en los lagos en el sistema del Canal y restricciones en el paso del tráfico a través del Canal. A medida que el crecimiento y desarrollo de las áreas urbanas próximas al Canal continúa, aumentará el potencial de déficit, a menos que se emprendan proyectos con el fin de aumentar el suministro confiable de agua dulce al área.

La Autoridad del Canal de Panamá (ACP) está sumamente consciente de este problema. Los estudios actuales de las opciones para aumentar la capacidad del Canal de Panamá incluyen una consideración cuidadosa de las necesidades con el fin de aumentar la confiabilidad del suministro de agua en la región. Las opciones bajo estudio incluyen proyectos para desarrollar nuevas fuentes de agua para el sistema del Canal y las mejoras de la eficiencia del uso del agua del Canal. Se requieren pronósticos confiables de las necesidades futuras de agua municipal e industrial que ayuden a evaluar estas alternativas para satisfacer los requisitos generales de agua en toda la región a largo plazo.

Para establecer pronósticos confiables de los requisitos futuros de aguas municipales e industriales en el área se ha realizado un análisis detallado de las tendencias demográficas, del desarrollo y del uso del agua en las áreas urbanas y en las áreas en desarrollo que circundan el Canal de Panamá, como se indica en el Cuadro E.1. El informe consiguiente presenta un pronóstico a largo plazo (de 60 años) de los requisitos de las aguas municipales e industriales para el área del estudio junto con las alternativas conceptuales para satisfacer estas necesidades. También se documenta la metodología empleada a fin de proporcionar una base para hacer ajustes en el futuro de los pronósticos a medida que se conozca nueva información.



Área de Estudio del Pronóstico de la Demanda de Agua



E.2 Resumen de los resultados

El análisis realizado para este estudio confirma que ocurrirán aumentos significativos en los requisitos municipales e industriales de agua en el área del estudio durante los próximos 60 años. Como se indica en la Tabla E.1, el pronóstico para el año 2020 del requisito probable de agua es de un aumento del 39% sobre los requisitos actuales, y de 105% sobre los requisitos actuales para el año 2060. Los aumentos de población que se han proyectado para el área del estudio para los mismos períodos son de 36% y 71%, lo que indica que factores distintos al crecimiento de la población contribuirán a los aumentos futuros de los requisitos de agua municipal e industrial. Los Cuadros E.2 y E.3 muestran la importancia relativa de los aumentos pronosticados en los requisitos de agua por área geográfica y por componente de los requisitos generales de agua.

Tabla E.1
Proyecciones probables de la población y de los requisitos de agua

Año	Proyección de la población		Requisito total de agua	
	Población	% de aumento desde el año 2000	Millones de galones por día	% de aumento desde el 2000
2000	1,548,260	-	244.2	-
2010	1,867,746	21%	294.9	21%
2020	2,108,456	36%	339.4	39%
2030	2,310,036	49%	381.7	56%
2040	2,462,974	59%	422.3	73%
2050	2,571,481	66%	459.4	88%
2060	2,643,151	71%	499.5	105%

Se proyecta que el mayor aumento en los requisitos de agua municipal e industrial dentro del área del estudio (de más de 150 millones de galones por día) será para el área de servicio de Panamá Metro, que se extiende desde el este del Canal hasta el Aeropuerto Internacional de Tocumen y por el norte a lo largo de la Carretera Transístmica hasta el lago Alajuela. También se proyectan aumentos importantes en los requisitos de agua municipal e industrial para el área de Colón (de más de 52 millones de galones por día) y el área de rápido crecimiento de Arraiján/Chorrera ubicada al oeste del Canal (de casi 32 millones de galones por día). Los aumentos de los requisitos de agua municipal e industrial del área del estudio fuera de estas áreas fundamentalmente urbanas totalizan únicamente 19.9 millones de galones por día (millones de galones por día).

Las opciones más probables para el desarrollo de capacidades adicionales de suministro de agua a fin de satisfacer estas necesidades incluyen aumentar el rendimiento disponible del lago Gatún mediante el desarrollo de reservorios adicionales de suministro de agua al oeste de la cuenca del Canal actual o el desarrollo de proyectos nuevos de suministro de agua más pequeños en los ríos que desaguan al Océano Pacífico desde las cuencas fuera de la cuenca del Canal actual. Las evaluaciones conceptuales de estas opciones indican que ambos tipos de proyectos pueden brindar una capacidad adicional de suministro de agua. Sin embargo, los proyectos que se encuentran fuera de la cuenca del Canal no serán suficientes para satisfacer los aumentos importantes de los pronósticos de los requisitos de agua. Aún si se desarrollaran proyectos fuera de la cuenca del Canal, el agua que se toma del sistema de lago Gatún y el lago Alajuela deberá aumentar un 63% hasta 325 millones de galones por día a fin de cumplir con los requisitos de agua del año 2060. En caso que no se desarrollen los proyectos fuera de la cuenca del Canal, los



retiros de agua de los sistemas del lago Gatún y el lago Alajuela necesitarían aumentarse un 138% hasta aproximadamente 474 millones de galones por día para el año 2060.

El resto de este resumen ejecutivo ofrece una reseña de la metodología de pronóstico utilizada y los resultados de los análisis realizados para desarrollar los datos para los pronósticos y parámetros.

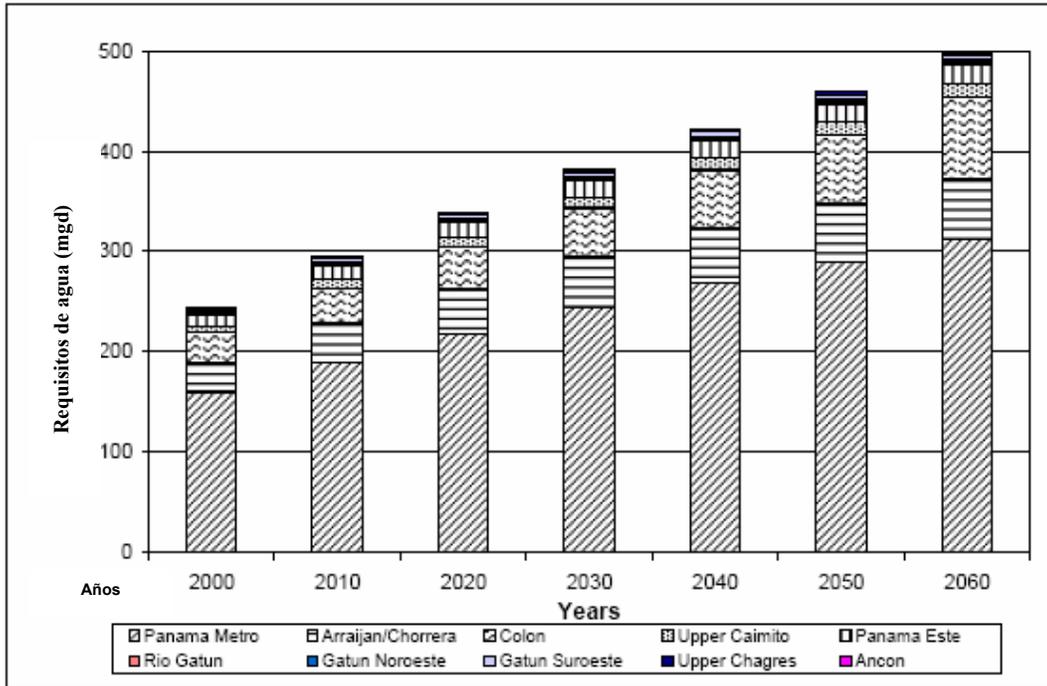
E.3 La metodología del pronóstico

La metodología del pronóstico del requisito de agua adoptada para este estudio se basa en un análisis espacial de requisitos futuros de agua en base a la consideración de una amplia gama de factores. El Cuadro E.4 brinda una perspectiva conceptual de la estructura general de la metodología empleada. Los aspectos claves de la metodología incluyen:

- una base espacial que permite la consideración de variabilidad en los patrones demográficos, económicos y del uso del agua dentro del área del estudio, utilizando tecnología de sistemas de información geográfica;
- una relación directa con los pronósticos de desarrollo, crecimiento de la población y actividad económica dentro de la región;
- una consideración separada de los efectos de los factores demográficos y de los factores operativos del sistema de agua en los requisitos futuros de agua y
- una combinación de la base histórica y la flexibilidad para permitir la consideración de cambios futuros en las condiciones del área del estudio.

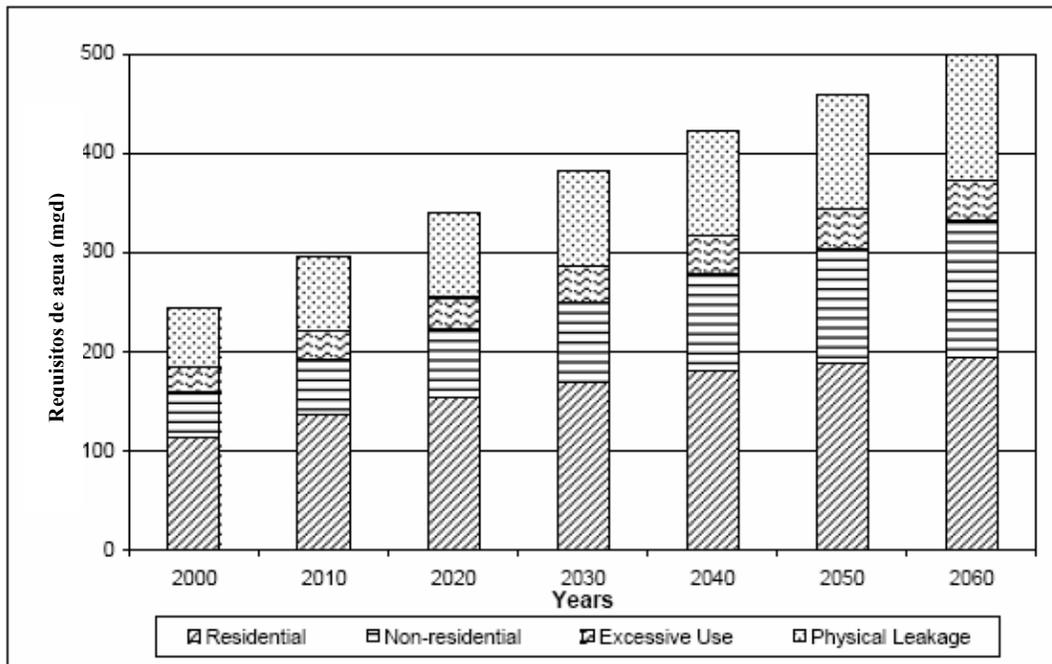


Cuadro E.2
Requisitos proyectados de agua por área de servicio de sistemas de agua



Cuadro E.3
Requisitos proyectados de agua por componente

por año





Residencial

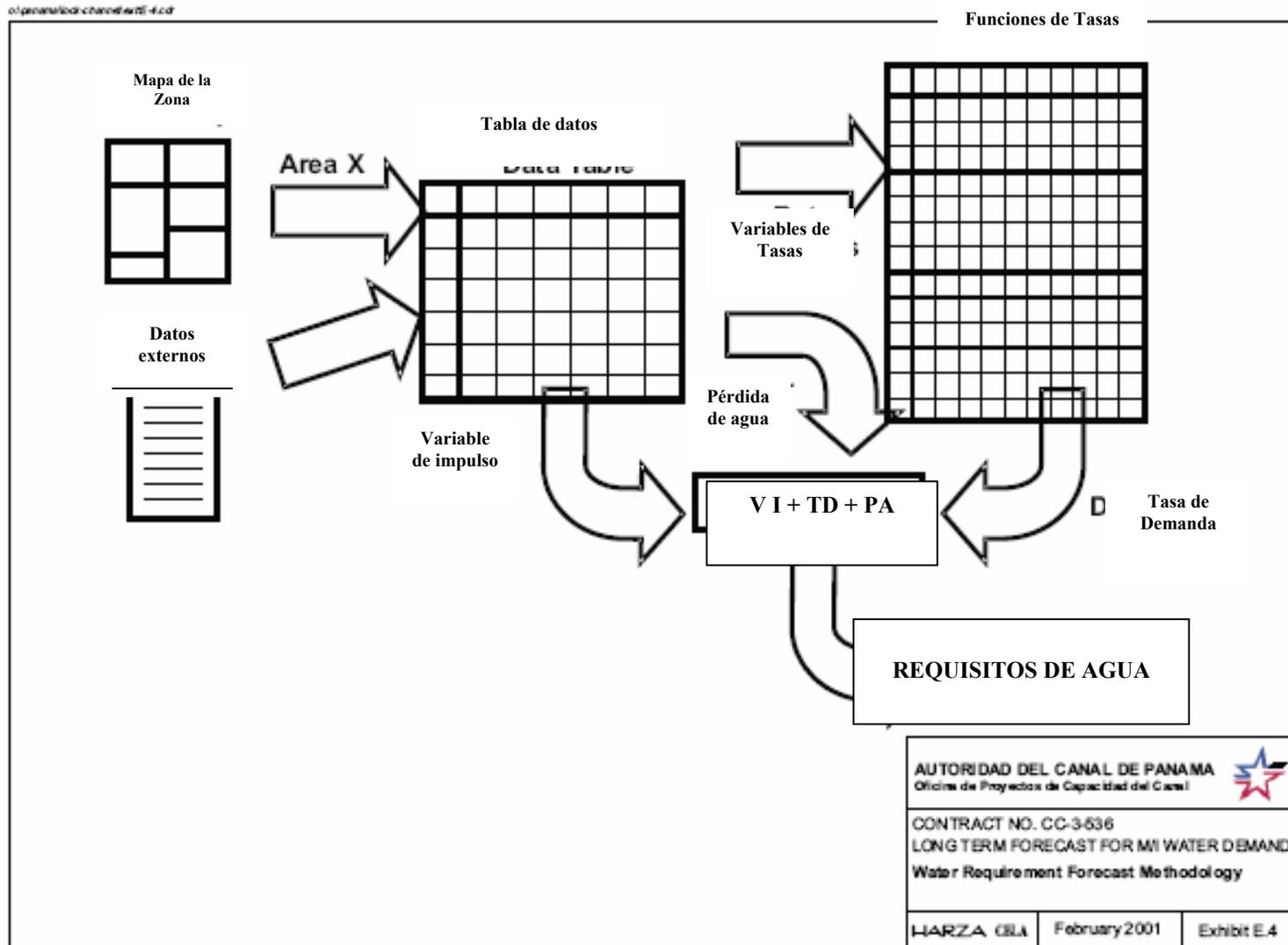
No residencial

Uso excesivo

Fugas físicas de agua



PRONÓSTICO A LARGO PLAZO DE LA DEMANDA DE AGUA MUNICIPAL E INDUSTRIAL Metodología del pronóstico de los requisitos de agua





El proceso empleado para implementar esta metodología consta de una serie de actividades que comienzan con la definición del área del estudio para el pronóstico y culminan con la producción de los pronósticos del requisito de agua por áreas de servicio de suministro de agua. Las actividades principales incluyeron:

1. La definición del área del estudio del pronóstico. Se determinó que el área del estudio para el pronóstico incluiría áreas en las que los requisitos de agua municipal e industrial se están cumpliendo actualmente, o que podrán cumplir potencialmente con dichos requisitos, utilizando los recursos dentro de la cuenca del Canal de Panamá.
2. La caracterización de la población del área del estudio y las tendencias de desarrollo económico. El área del estudio se dividió en zonas identificadas que generalmente tienen características económicas y demográficas uniformes. Se prepararon pronósticos detallados del crecimiento futuro de la población y de la actividad económica de cada zona.
3. El desarrollo de los patrones básicos de la demanda de agua. Se analizaron los registros históricos del consumo de agua tanto para el consumo residencial como el no residencial y se compararon con datos de otras ciudades latinoamericanas y de los Estados Unidos a fin de establecer los patrones base de demanda de agua de las diversas categorías de usuarios y zonas geográficas.
4. La distribución de las demandas básicas por área de servicio. Se definieron las áreas de servicio del sistema futuro de agua en base al alcance de las instalaciones existentes de distribución de agua y la consideración de las barreras naturales a la expansión del sistema. Se emplearon herramientas de sistemas de información geográfica para reasignar las demandas básicas de agua residencial y no residencial desarrolladas por zona, a las áreas de servicio del sistema de agua.
5. Consideración de los factores de operación del sistema de agua. Los datos históricos proporcionaron la base de los supuestos en relación con los efectos de las operaciones del sistema actual y futuro probable de agua, sobre los requisitos generales de agua. Los factores claves que se consideraron incluyeron los niveles excesivos de consumo por parte de los clientes sin medidor y los niveles de fugas físicas dentro de las redes del sistema de distribución.
6. Pronóstico de los requisitos de agua por área de servicio del sistema de agua. Se generaron los pronósticos totales de los requisitos de agua por área de servicio del sistema de agua aplicando los factores de operación a los datos de la demanda básica y recopilando los requisitos totales proyectados de agua.

Para facilitar las actualizaciones y revisiones del pronóstico con información futura, esta metodología ha sido empleada como la base para el desarrollo de un modelo de pronóstico que consta de archivos de hojas de cálculo de Microsoft Excel vinculados a mapas de zonas de información geográfica y áreas de servicio de agua. En el Apéndice G del informe del proyecto se incluye información detallada relativa al uso del modelo del pronóstico.



E.4 Crecimiento de la población y tendencias de desarrollo

La población del área del estudio del pronóstico se ha incrementado en más de 250% durante los últimos 40 años. Se espera que las altas tasas de crecimiento continúen, dadas las características demográficas del área y los factores externos que probablemente promuevan nuevos desarrollos. Los factores claves incluyen el potencial de nuevos desarrollos en las áreas de la antigua Zona del Canal y la expansión que se espera de las operaciones del Canal.

En la actualidad, la mayoría de la población y de la actividad económica dentro del área del estudio se concentra alrededor de las áreas metropolitanas de la ciudad de Panamá y Colón. Más del 80% de la población de la región se encuentra dentro de las áreas urbanas de las ciudades de Panamá, Arraiján y Colón. Aproximadamente el 70% de los empleados de la región trabajan en el área metropolitana de la ciudad de Panamá. Cerca del 64% del valor económico agregado de la región ocurre en el área metropolitana de la ciudad de Panamá; otro 13% del valor económico agregado ocurre en Colón.

Los análisis detallados de las tendencias demográficas del área del estudio indican que habrá aumentos importantes de la población en los próximos 60 años, aunque se espera que las tasas de crecimiento disminuyan gradualmente. Como se muestra en la Tabla E.2, se proyecta que la población del área del estudio llegue más de 2.64 millones de personas para el año 2060, lo que representa un aumento de 71% sobre el nivel actual. Dentro de la región, la tasa total más alta de crecimiento (149% en 60 años) se proyecta para las áreas de Arraiján y Chorrera al oeste del Canal de Panamá. Sin embargo, el mayor aumento total de la población ocurrirá en el área metropolitana de la ciudad de Panamá, donde se espera un aumento de más de 400,000 personas durante el período de planificación. En general, los aumentos de la población en los centros urbanos a lo largo de la costa del Pacífico (Chorrera, Arraiján, el área metropolitana de la ciudad de Panamá) representarán cerca del 80% del total del aumento en el área del estudio. El Cuadro E.5 muestra el crecimiento relativo en de las zonas de población empleadas para el pronóstico.

Tabla E.2
Crecimiento proyectado de la población por zonas

Año	Período del pronóstico							Aumento del % 2000-2060
	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	
Zona 1	14,555	16,964	18,555	20,047	21,391	22,297	22,886	57%
Zona 2	23,293	29,475	32,949	35,873	38,153	39,710	40,791	75%
Zona 3	80,742	103,789	115,724	125,642	133,081	138,071	141,889	76%
Zona 4	145,924	234,699	280,465	317,032	339,329	353,434	363,818	149%
Zona 5	152,345	180,657	197,767	212,657	225,051	233,226	239,383	57%
Zona 6	136,627	150,217	161,057	171,590	181,644	188,371	193,222	41%
Zona 7	338,516	385,591	438,295	486,057	528,306	560,852	576,174	70%
Zona 8	656,258	766,354	83,644	941,138	996,019	1,035,520	1,064,988	62%
Total	1,548,260	1,867,746	2,108,456	2,310,036	2,462,974	2,571,481	2,643,151	71%

También se proyecta que continúe creciendo la economía del área del estudio. Las tendencias económicas generales para la región son positivas, con un crecimiento anual del producto interno bruto estimado en 4.4% hasta el 2020 y en 2.3% durante el período de 60 años hasta el 2060.



También se pronostica que el consumo público, la actividad de exportación y las inversiones en la región aumentarán a tasas anuales de un promedio de 1.5%, 1.6% y 3.2% respectivamente en los próximos 60 años. Se pronostica que estas condiciones ocurrirán con un fuerte crecimiento económico en un número de sectores. Las proyecciones que se desarrollaron para este estudio estiman un aumento de 435% en toneladas métricas de carga que se manejará en el área del estudio para el año 2060. Se proyecta que el valor agregado a través de la manufactura y construcción aumentará en 264% durante el período, mientras que la actividad turística aumentará en 170% y se proyecta que casi se duplicará la actividad minorista y de oficina.

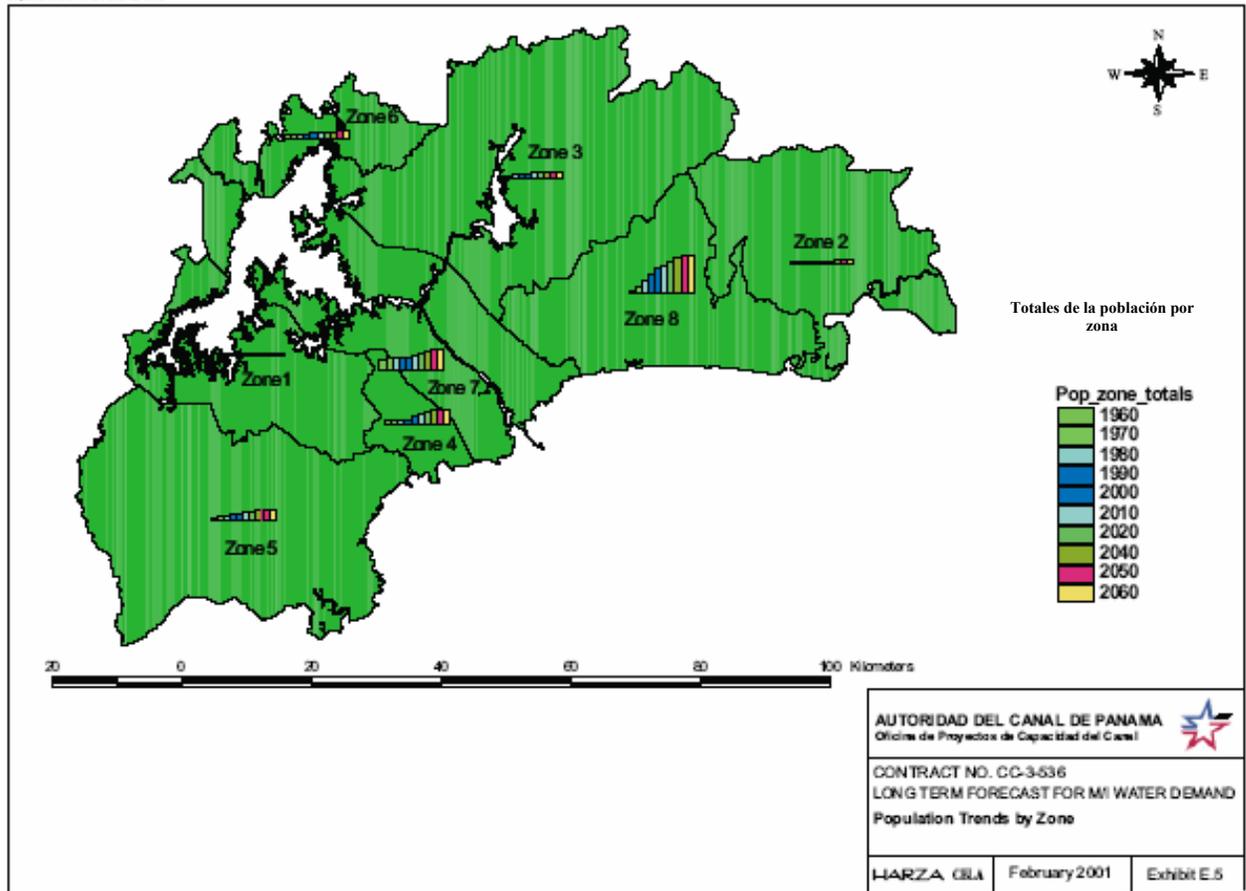
Las condiciones futuras descritas anteriormente representan condiciones “probables” en base a las evaluaciones de los datos y las tendencias disponibles actualmente. Sin embargo, las condiciones presentes dependerán de un gran número de factores. Las evaluaciones separadas de tendencias “pesimistas” o bajas y “optimistas” o altas del crecimiento de la población y la actividad económica indican una amplia gama de condiciones posibles.

El Cuadro E.6 muestra el crecimiento potencial de la población en base a tasas que fluctúan entre un valor bajo de 33% durante el período hasta un valor alto de 125%. También son posibles amplios límites de crecimiento del producto interno bruto (0.7% - 2.0%) y de la tasa de crecimiento de las inversiones (1.0% - 2.0%). Por consiguiente, será importante evaluar frecuentemente las condiciones y revisar su impacto sobre las proyecciones totales de requisitos de agua.

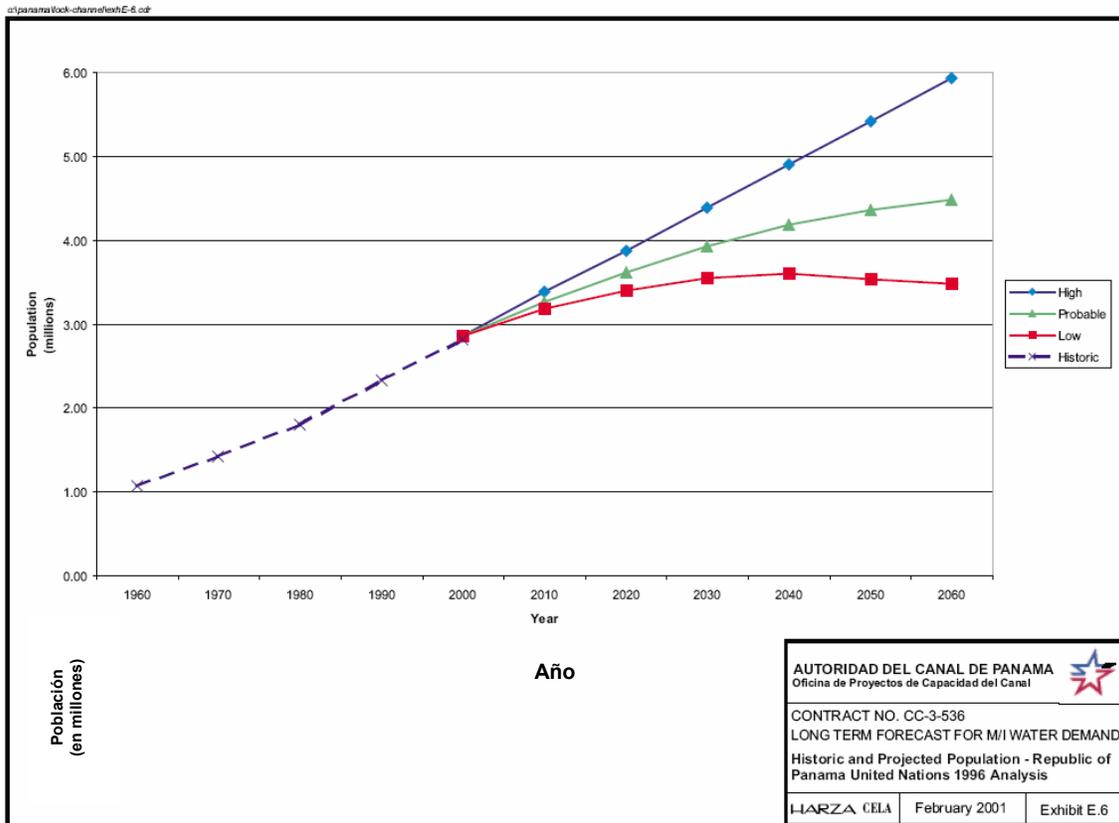
Tendencias de la población por zona



el:panama/canal/est/6.cdr



Población histórica y proyectada de la República de Panamá según el análisis de 1996 de las Naciones Unidas



Alto
Probable
Bajo
Histórico

E.5 Tendencias del consumo de agua

Los requisitos municipales e industriales de agua en el área del estudio se componen de un número de requisitos por componente como se muestra en el Cuadro E.7. Varias entidades de suministro de agua que operan una variedad de sistemas en toda la región satisfacen estas necesidades. Estos sistemas incluyen grandes sistemas centralizados, pequeños sistemas centralizados, pozos locales e individuales y sistemas industriales y comerciales.

E.5.1 Condiciones actuales del suministro de agua

Los datos disponibles actualmente indican que cerca del 80% de la población del área del estudio recibe su suministro de agua de sistemas centralizados. Las aguas superficiales sirven como la fuente fundamental de las aguas municipales e industriales del área y representan más del 98% del suministro estimado actual. En 1999, los retiros totales de las fuentes superficiales de agua de los grandes sistemas que abastecen los requisitos del agua municipal e industrial en el área del estudio fueron de aproximadamente 225 millones de galones por día. De este total, 92%, o cerca de 206 millones de galones por día se tomaron de fuentes ubicadas dentro de la cuenca tradicional del Canal de Panamá. Aproximadamente 134 millones de galones por día se tomaron de las instalaciones del IDAAN (Chilibre, Sabanitas). El remanente de los retiros para el consumo municipal e industrial de la cuenca del Canal se dio en las plantas de tratamiento de agua de la ACP en Miraflores y Mount Hope.

Los datos reportados por el IDAAN para 1998 indicaron tasas de retiro de agua por persona para los uso municipal e industrial en cuatro áreas de servicio importantes en la región, que variaron



de 83 galones por persona por día en Arraiján a 151 galones por persona por día en el área metropolitana de Panamá y hasta 243 galones por persona por día en Colón. Dichas tasas son extremadamente altas si se comparan con los valores para otras ciudades y países de Latinoamérica, y se encuentran al extremo superior de los límites de los valores observados en las áreas urbanas de los Estados Unidos.

El detalle de los datos que el IDAAN ha proporcionado de estudios anteriores indica que la base de clientes existente para los sistemas de suministro de agua centralizados en el área del estudio es fundamentalmente de naturaleza residencial. Los datos de 1993 que se resumen en la Tabla E.3 indican que cerca del 88% de las conexiones de los clientes del IDAAN fueron de usuarios residenciales en aquel momento.

El detalle de los datos de consumo por clase de usuario varía, dependiendo de la disponibilidad y precisión, a causa de los niveles relativamente bajos de medición. Los datos del IDAAN que se reproducen en la Tabla E.4 indican que cerca del 50% de las conexiones de clientes en el área del estudio tenían medidores en 1998. Aunque este valor es bajo según los estándares modernos, el mismo representa un aumento significativo en comparación con las condiciones existentes en 1993 cuando el porcentaje de clientes con medidores era tan solo de 38%.



Elementos de los requisitos de agua

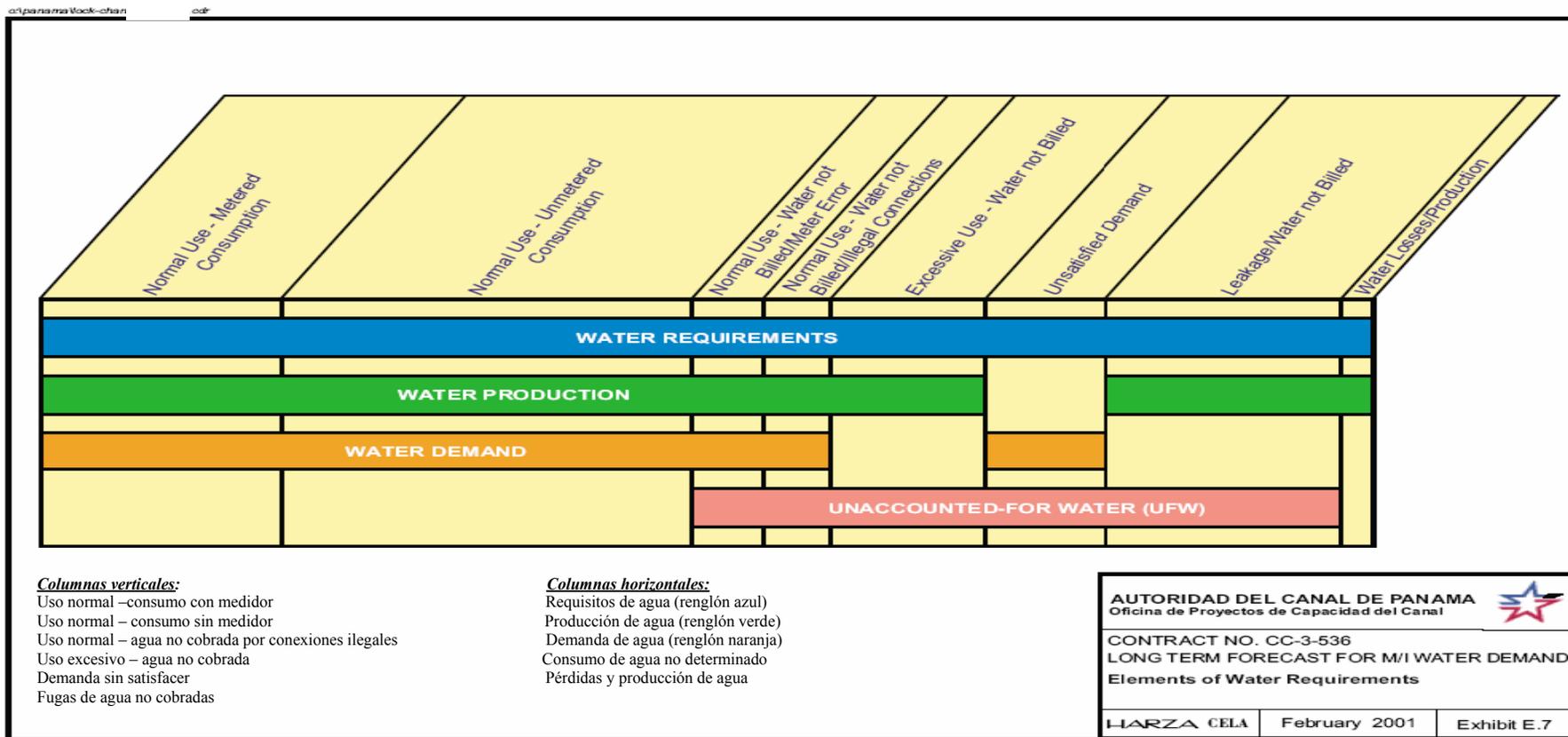




Tabla E.3
Distribución de los clientes del IDAAN por categoría de usuario - 1993

Clase de Usuario	Panamá Metro	Colón	Arraiján	Chorrera	Centros urbanos
Residencial	126,619	9,268	5,232	11,315	152,434
Comercial	6,059	816	85	517	7,477
Industrial	13,026	29	2	22	13,079
Gobierno/entidades autónomas/municipios	908	286	12	66	1,272
Total 1993	146,612	10,399	5,331	11,920	174,262

Fuente: Estudio de Mejoras de Operación, Finanzas y Administración. Informe Final preparado para el IDAAN, Harza Engineering Company Internacional, L.P., 1993.

Tabla 3.4
Estado de las conexiones con medidores y de consumo del IDAAN - 1998

Clase de Usuario	Panamá Metro	Colón	Arraiján	Panamá Oeste	Panamá Este/Darién
Total de Conexiones	167,745	19,225	24,935	22,977	5,871
Conexiones con medidor	86,343	5,341	14,560	14,992	889
% de conexiones con medidor	51.5%	27.8%	58.4%	65.2%	15.1%
Consumo total reportado (en millones de galones por año)	35,187.6	6,400.2	2,812.3	2,874	610.9
Consumo con medidor (en millones de galones por año)	15,946.6	873.5	1,596.0	1,729	123.3
% del consumo con medidor reportado (en millones de galones por año)	45.3%	13.6%	56.8%	60.2%	20.2%

Fuente: Compendio de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados, Serie No. 12 de 1998. Volumen 4, IDAAN, Oficina de Planificación. Febrero de 2000.



Aproximadamente 50% de las conexiones del área del estudio del IDAAN que se identificaron con medidor representan únicamente 42.3% del consumo total del IDAAN reportado en base a los datos publicados por el IDAAN. Si se consideran los estimados de consumo total como razonables, estos datos sugieren que los clientes con medidor generalmente consumen menos agua que aquellos sin medidor. Por consiguiente, los niveles de medición son importantes para los pronósticos de tendencias futuras del consumo de agua.

E.5.2 Tasas unitarias para pronosticar las demandas de agua

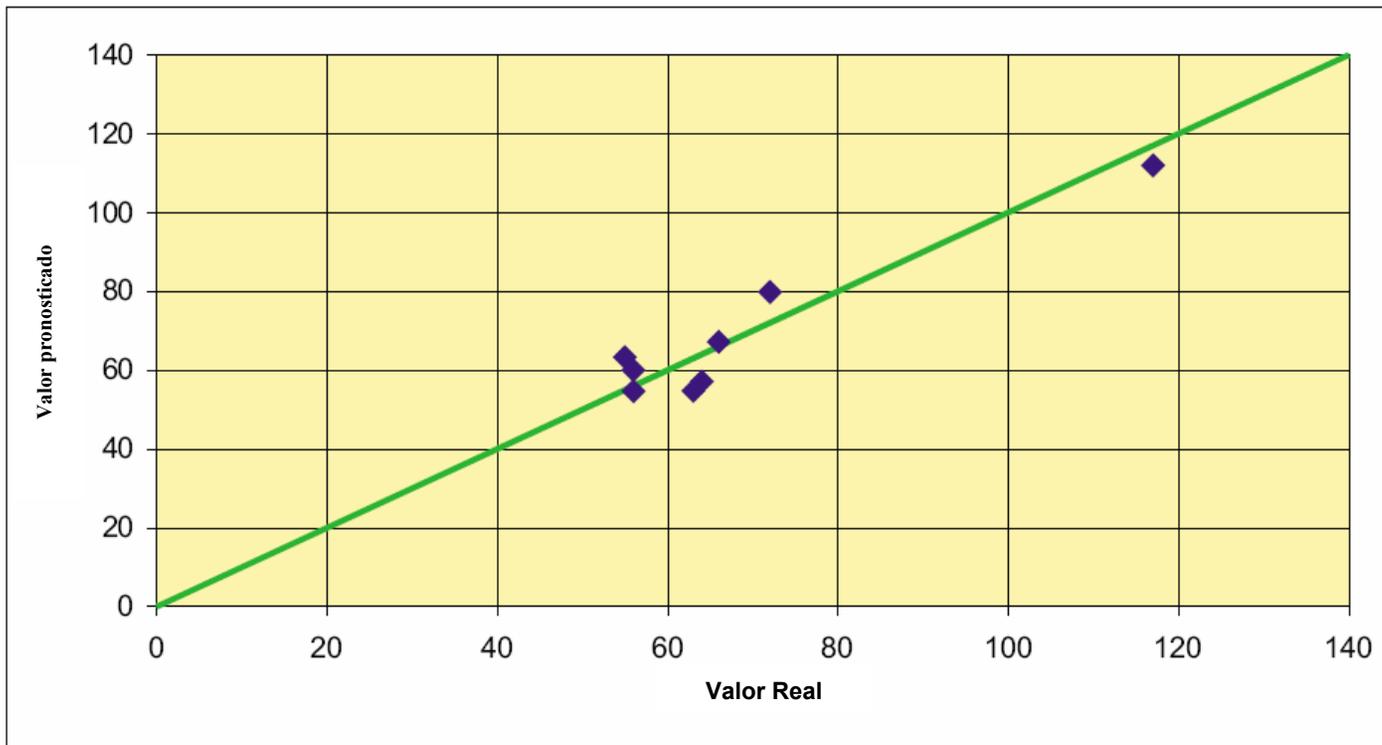
El modelo de pronóstico empleado para este análisis requiere como datos claves, tasas unitarias del consumo de agua residencial y categorías escogidas de consumo no residencial como datos claves. Las tasas unitarias residenciales y no residenciales se han definido en base a los datos de medición del IDAAN y a los datos publicados para otras áreas de Latinoamérica y los Estados Unidos.

Los análisis de los datos históricos de medición y los factores demográficos relacionados muestran que las tasas residenciales de consumo de agua en el área del estudio se relacionan con factores tales como la densidad de población, la densidad de vivienda, la categoría de vivienda, la cantidad de personas por hogar, el ingreso medio por hogar y el porcentaje de hogares con el servicio de agua. El Cuadro E.8 muestra una comparación entre las tasas unitarias residenciales reales y las que se pronostican en base a análisis de regresión empleando los parámetros descritos anteriormente. Las tasas de la demanda básica que se escogieron para los usuarios residenciales en el área del estudio se resumen en la Tabla E.5. Dado que estas tasas son comparables a las tasas de muchas áreas urbanas en los Estados Unidos y generalmente son elevadas cuando se comparan con tasas de áreas similares en Latinoamérica, se supone que las tasas de la demanda básica permanecerán constantes durante el período de planificación de este estudio.

Las tasas unitarias no residenciales que se desarrollaron para diez grupos de uso de agua y que se escogieron para representar las condiciones en el área del estudio se resumen en la Tabla E.6. Las tasas no residenciales se fundamentan en los datos históricos de consumo de agua del IDAAN, un censo regional de establecimientos comerciales y mediciones generales de actividad económica. Al igual que con los valores para el sector residencial, se supone que estas tasas permanecerán constantes durante el período de planificación.



cr:\panama\lock-charre\exhE-8.cdr



Resultados del análisis de regresión del uso del agua por persona como función de las características demográficas

AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMA
Oficina de Proyectos de Capacidad del Canal



CONTRACT NO. CC-3-536
LONG TERM FORECAST FOR M/I WATER DEMAND
Regression Analysis Results - Per capita Water Use as a Function of Demographic Characteristics

HARZA CELA	February 2001	Exhibit E.8
------------	---------------	-------------



Tabla E.5
Tasas selectas de la demanda básica para el uso de agua residencial

No. de zona	Nombre de la zona	Uso básico de agua residencial (En galones diarios por persona)
1	Zona 1	63.7
2	Zona 2	76.3
3	Zona 3	73.0
4	Zona 4	64.0
5	Zona 5	62.3
6	Zona 6	68.7
7	Zona 7	117.0
8	Zona 8	56.0

Tabla E.6
Tasas selectas de la demanda básica para el uso de agua no residencial

Grupo de uso de agua	Unidad de medida	Tasa de la demanda básica (galones por día/unidad de medida)
Agricultura	Galones por día/hectárea	100
Industrias con procesos de agua	Galones por día/empleados	287
Otras manufacturas	Galones por día/empleados	172
Puertos	Galones por día/toneladas métricas	0.07
Servicios públicos	Galones por día/empleados	56
Fábricas y construcción	Galones por día/1000 en balboas de 1982	8,997
Minoristas y oficinas	Galones por día/empleados	10
Escuelas	Galones por día/estudiantes	9.2
Hospitales	Galones por día/camas	135
Turismo	Galones por día/huéspedes al año	0.66



E.6 Factores de operación del sistema de agua

Los requisitos totales de agua dentro del área del estudio dependen de factores relacionados con la operación del sistema de agua al igual que de las condiciones demográficas generales. Los factores de operación del sistema que pueden impactar los requisitos totales de agua incluyen:

- alcance del servicio centralizado
- nivel de servicio/desempeño del sistema
- nivel de medición de clientes
- nivel de fugas/pérdidas en los sistemas de distribución
- nivel de pérdidas de producción
- prácticas de conservación
- elasticidad de los precios

Los datos históricos de los sistemas de agua en el área del estudio del proyecto indican que el más importante de estos factores para este análisis son los parámetros relacionados con los niveles del consumo uso de agua que no se ha podido determinar. Estos factores incluyen el nivel de medición del cliente y el nivel de fugas o pérdidas en el sistema de distribución. Dado que la meta de este estudio es pronosticar los requisitos de agua total y potenciales para el área del estudio en lugar del consumo real, los otros parámetros no se consideran directamente en este análisis.

Los niveles del consumo no determinado de agua en el área del estudio del pronóstico han sido históricamente muy elevados. Los datos publicados por el IDAAN para 1998 indican que entre el 35% y el 50% del agua producida en sus instalaciones de tratamiento no puede determinarse con los medidores de los clientes y las estimaciones. Estudios previos realizados para el IDAAN sugieren que este consumo no determinado de agua consiste de una combinación de pérdidas administrativas por el grado y efectividad de la medición del consumo de los clientes, y a las pérdidas físicas asociadas con las fugas en las redes de distribución.

Datos pasados recabados por el IDAAN y sus consultores sugieren que los clientes no sujetos a medición, cuyas cuentas de agua se basan en estimados en lugar de consumo real, tienden a consumir significativamente más agua que los clientes con medidor. Un estudio piloto detallado realizado para el IDAAN en 1985 consideró que este consumo excesivo por parte de clientes sin medidor equivalía a cerca del 44% del uso normal por parte de clientes con medidores. Utilizando este valor de 44% y los niveles actuales de conexiones sin medidor en el área del estudio, se estima que el consumo excesivo de agua representa aproximadamente 24.5 millones de galones por día, o cerca de 10% del suministro total actual.

Se presume que el remanente del consumo de agua no determinado por el IDAAN (aproximadamente 60 millones de galones por día) ocurre por fugas físicas en las redes de distribución de agua. Empleando este enfoque, se considera que los niveles actuales de fugas en el sistema de distribución varían entre el 23% en los sistemas de Panamá Metro y Arraiján, el 34% en Colón y el 38% en Panamá Oeste. La Tabla E.7 muestra los niveles estimados del consumo no determinado de agua junto con la distribución relativa estimada entre el consumo excesivo y las fugas físicas.



El impacto de estos factores en los requisitos de agua a largo plazo en el área del estudio depende en gran parte del éxito de los esfuerzos del IDAAN por reducir los niveles del consumo no determinado de agua. En base al éxito limitado del IDAAN en estas áreas en años recientes, se supone que los niveles actuales de medición, las tasas por consumo excesivo y los niveles de fugas físicas permanecerán constantes en el tiempo para los fines de este pronóstico.

Tabla E.7
Niveles reportados de consumo no determinado de agua
y la distribución entre el uso excesivo y las fugas

Sistema de agua del IDAAN	% del suministro		
	Promedio del consumo no determinado de agua	Estimado del uso excesivo	Fugas físicas
Colón	45%	11%	34%
Panamá Metro	33%	10%	23%
Arraiján	36%	13%	23%
Panamá Oeste	47%	9%	38%

E.7 Los pronósticos de los requisitos de agua

Los pronósticos generales de los requisitos futuros de agua del área del estudio reflejan la consideración de los varios datos y análisis que describimos anteriormente. Un modelo de pronóstico en hojas de cálculo de Microsoft Excel vinculadas a mapas de sistemas de información geográfica del área del estudio proporciona un marco estructurado para la generación y actualización de los estimados de los requisitos de agua. Los resultados intermedios del modelo proporcionan una base para los pronósticos generales.

- Las condiciones futuras dentro del área del estudio se definen en términos de proyecciones de la población futura y de la actividad económica por zona. La Tabla E.8 proporciona un resumen de las proyecciones de la futura población y de la actividad económica dentro del área del estudio.



Tabla E.8
Resumen de las proyecciones de la población y de las actividades económicas por zona

Nombre de la Zona	Actividad económica en unidades						
	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060
Población – personas							
Zona 1	14,555	16,964	18,555	20,047	21,391	22,297	22,886
Zona 2	23,293	29,475	32,949	35,873	38,153	39,710	40,791
Zona 3	80,742	103,789	115,724	125,642	133,081	138,071	141,889
Zona 4	145,924	234,699	280,465	317,032	339,329	353,434	363,818
Zona 5	152,345	180,657	197,767	212,657	225,051	233,226	239,383
Zona 6	136,627	150,217	161,057	171,590	181,644	188,371	193,222
Zona 7	338,516	385,591	438,295	486,057	528,306	560,852	576,174
Zona 8	656,258	766,354	863,644	941,138	996,019	1,035,520	1,064,988
Total	1,548,260	1,867,746	2,108,456	2,310,036	2,462,974	2,571,481	2,643,151
Agricultura – hectáreas							
Zona 1	2,199	2,141	2,086	2,035	1,987	1,942	1,900
Zona 2	11,404	11,173	10,961	10,766	10,589	10,429	10,286
Zona 3	4,003	3,912	3,828	3,750	3,678	3,612	3,552
Zona 4	2,150	2,141	2,135	2,133	2,134	2,139	2,147
Zona 5	9,339	9,080	8,836	8,606	8,390	8,188	7,999
Zona 6	525	519	513	508	504	501	499
Zona 7	302	291	281	271	262	253	245
Zona 8	3,381	3,317	3,258	3,204	3,155	3,111	3,072
Total	33,302	32,574	31,898	31,273	30,699	30,175	29,700
Industrias con procesos de agua – empleados							
Zona 1	3	4	4	5	5	6	6
Zona 2	439	537	629	707	778	804	849
Zona 3	1,630	1,991	2,334	2,624	2,887	2,984	3,150
Zona 4	1,707	2,085	2,444	2,748	3,025	3,126	3,300
Zona 5	1,730	2,114	2,478	2,786	3,066	3,168	3,345
Zona 6	991	1,210	1,419	1,595	1,755	1,814	1,915
Zona 7	34,134	4,695	48,875	54,949	60,470	62,492	65,975
Zona 8	14,321	17,493	20,505	23,053	25,370	26,218	27,679
Total	54,955	67,128	78,689	88,468	97,356	100,611	106,219
Otras manufacturas – empleados							
Zona 1							
Zona 2							
Zona 3							
Zona 4							
Zona 5							
Zona 6							
Zona 7							
Zona 8							
Total							
Puertos y depósitos – en toneladas métricas							
Zona 1	0	0	0	0	0	0	0
Zona 2	0	0	0	0	0	0	0
Zona 3	0	0	0	0	0	0	0
Zona 4	0	0	0	0	0	0	0
Zona 5	1,369,764	1,811,513	2,395,726	3,168,347	4,190,139	5,541,459	7,328,580
Zona 6	12,327,876	16,303,616	21,561,533	28,515,127	37,711,255	49,873,135	65,957,222
Zona 7	10,958,112	14,492,103	19,165,807	25,46,780	33,521,116	44,331,676	58,628,641
Zona 8	2,739,528	3,623,026	4,791,452	6,336,695	8,380,279	11,082,919	14,657,160
Total	27,395,281	36,230,259	47,914,517	63,366,949	83,802,790	110,829,190	146,571,603



Tabla E. 8
Resumen de las proyecciones de la población y de las actividades económicas por zona
(continúa)

Nombre de la Zona	Actividad económica en unidades						
	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060
Servicios públicos – empleados							
Zona 1	113	138	162	182	200	207	218
Zona 2	181	221	259	291	320	331	349
Zona 3	1,437	1,755	2,058	2,313	2,546	2,631	2,777
Zona 4	1,134	1,385	1,623	1,825	2,008	2,075	2,191
Zona 5	1,183	1,446	1,695	1,905	2,097	2,167	2,287
Zona 6	1,061	1,297	1,520	1,709	1,880	1,943	2,052
Zona 7	2,637	3,221	3,776	4,245	4,672	4,828	5,097
Zona 8	5,098	6,228	7,300	8,207	9,032	9,334	9,854
Total	12,845	15,690	18,392	20,678	22,755	23,516	24,827
Manufactura y construcción – 1000 en balboas de 1982							
Zona 1	3	4	6	7	9	10	12
Zona 2	5	7	9	12	14	16	19
Zona 3	18	25	32	40	49	57	66
Zona 4	33	45	59	74	90	103	121
Zona 5	36	48	63	79	96	111	130
Zona 6	33	44	58	72	88	101	118
Zona 7	164	223	291	363	444	511	599
Zona 8	173	235	307	383	469	538	631
Total	466	632	824	1,030	1,260	1,447	1,697
Minoristas y oficinas – empleados							
Zona 1	511	624	732	822	905	935	987
Zona 2	2,736	3,342	3,918	4,405	4,847	5,009	5,289
Zona 3	3,580	4,374	5,127	5,764	6,343	6,555	6,920
Zona 4	5,248	6,410	7,514	8,448	9,297	9,608	10,144
Zona 5	16,452	20,096	23,557	26,484	29,145	30,120	31,798
Zona 6	45,011	54,981	64,449	72,459	79,739	82,405	86,998
Zona 7	386,600	472,234	553,561	622,353	684,882	707,782	747,231
Zona 8	52,060	63,591	74,543	83,806	92,227	95,310	100,622
Total	512,197	625,652	733,400	824,541	907,385	937,725	989,989
Escuelas – estudiantes							
Zona 1	4,043	4,641	5,052	5,434	5,789	6,053	6,257
Zona 2	6,471	8,080	8,992	9,750	10,359	10,836	11,211
Zona 3	22,428	28,442	31,570	34,132	36,095	37,550	38,860
Zona 4	40,535	64,579	76,882	86,560	92,479	96,708	100,296
Zona 5	42,318	49,605	54,096	57,935	61,219	63,698	65,862
Zona 6	41,401	44,936	47,978	50,913	53,805	55,987	57,845
Zona 7	112,839	116,670	125,229	133,927	143,553	151,063	155,960
Zona 8	218,753	252,205	271,603	287,059	299,797	308,971	319,443
Total	488,787	569,158	621,401	665,710	703,095	730,866	755,734
Hospitales – camas							
Zona 1	22	25	27	29	31	33	34
Zona 2	37	47	52	56	60	62	65
Zona 3	137	174	193	209	221	230	238
Zona 4	263	418	498	561	599	627	650
Zona 5	335	393	428	459	485	504	522
Zona 6	369	400	427	454	479	499	515
Zona 7	1,320	1,365	1,465	1,567	1,680	1,767	1,825
Zona 8	2,428	2,799	3,015	3,186	3,328	3,430	3,546
Total	4,911	5,622	6,106	6,521	6,883	7,152	7,394





Tabla E. 8
Resumen de las proyecciones de la población y de las actividades económicas por zona
(continúa)

Nombre de la Zona	Actividad económica en unidades						
	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060
Turismo – huéspedes							
Zona 1	1,899	2,278	2,592	2,914	3,245	3,546	3,917
Zona 2	3,038	4,221	5,226	6,3034	7,452	8,672	10,528
Zona 3	45,636	60,844	71,003	80,706	89,729	98,140	109,483
Zona 4	95,169	158,482	197,212	232,084	259,175	283,293	313,971
Zona 5	139,097	167,481	187,609	206,388	224,014	239,422	257,722
Zona 6	106,923	131,223	158,419	190,082	227,139	267,241	331,983
Zona 7	515,133	598,886	722,787	659,154	1,407,519	1,239,449	1,525,692
Zona 8	256,797	316,891	365,269	413,209	461,899	509,516	583,331
Total	1,163,691	1,440,306	1,710,116	2,000,841	2,320,171	2,649,281	3,136,628

- Las demandas básicas de agua se computan utilizando pronósticos de población y actividad económica y tasas unitarias de consumo de agua para cada zona de población y zona económica. Para el pronóstico probable, se supone que las tasas unitarias de consumo de agua permanecerán constantes con el tiempo. Las Tablas E.9 y E.10 resumen las proyecciones de las demandas básicas de agua dentro de cada zona de población y zona económica del área del estudio.
- Se asignan demandas básicas de agua que se han desarrollado para las zonas de población y zonas económicas del área del estudio a las áreas de servicio del sistema de agua pronosticadas en base al análisis mediante el sistema de información geográfica, de las condiciones actuales y las condiciones pronosticadas. Las Tablas E.11 y E.12 muestran las demandas básicas de agua proyectadas dentro de las áreas pronosticadas de servicio del sistema de agua. El Cuadro E.9 muestra los límites de las áreas proyectadas de servicio del sistema de agua.
- Los factores relacionados con las operaciones del sistema de agua (nivel de medición, los factores de consumo excesivo, las asignaciones por fugas físicas) se aplican para generar estimaciones generales de los requisitos de agua de las áreas de servicio del sistema de agua. La Tabla E.13 proporciona un resumen de los requisitos totales de agua que proyectan en el área del estudio hasta el año 2060.

Dada la incertidumbre inherente de los pronósticos de los requisitos de agua, también se han considerado los posibles efectos de las variaciones en factores claves que afectan las necesidades de agua en el área. La Tabla E.14 contiene las proyecciones optimistas (elevadas) y pesimistas (bajas) que agrupan los límites probables de las condiciones futuras del área del estudio.

También se ha llevado a cabo un análisis de la sensibilidad de los pronósticos de los requisitos de agua según posibles variaciones en las condiciones futuras, con el fin de identificar parámetros claves que deben monitorearse con el tiempo. El análisis muestra que los pronósticos de los requisitos de agua son sensibles a un número de parámetros. Sin embargo, las contribuciones más importantes incluyen las tasas de consumo por persona y los supuestos con relación al consumo excesivo de agua por parte de los clientes sin medidor y las fugas físicas en los sistemas de distribución. Los resultados totales son menos sensibles a los pronósticos de la población y a



los pronósticos económicos. Como tales, los esfuerzos futuros relativos al monitoreo y a la actualización de estos pronósticos deben incluir un énfasis en el seguimiento de las tasas reales del uso del agua y de los efectos reales de los esfuerzos de administración de las pérdidas de agua.

Tabla E.9
Demandas básicas de agua que se proyectan – uso residencial de agua por zona

No. de zona	Nombre de zona	Millones de galones por día						
		2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060
1	Zona 1	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5
2	Zona 2	1.8	2.2	2.5	2.7	2.9	3.0	3.1
3	Zona 3	5.9	7.6	8.4	9.2	9.7	10.1	10.4
4	Zona 4	9.3	15.0	17.9	20.3	21.7	22.6	23.3
5	Zona 5	9.5	11.3	12.3	13.2	14.0	14.5	14.9
6	Zona 6	9.4	10.3	11.1	11.8	12.5	12.9	13.3
7	Zona 7	39.6	45.1	51.3	56.9	61.8	65.6	67.4
8	Zona 8	39.7	42.9	48.4	52.7	55.8	58.0	59.6
Total para el área del estudio		113.2	135.5	153.1	168.1	179.8	188.2	193.4

Tabla E.10
Demandas básicas de agua que se proyectan – uso no residencial de agua por zona

No. de zona	Nombre de zona	Millones de galones por día						
		2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060
1	Zona 1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
2	Zona 2	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5
3	Zona 3	1.3	1.5	1.7	1.8	2.0	2.1	2.2
4	Zona 4	1.3	1.7	2.0	2.2	2.5	2.6	2.8
5	Zona 5	2.9	3.4	3.9	4.5	5.3	6.1	7.3
6	Zona 6	7.8	10.2	13.2	17.2	22.3	28.9	37.6
7	Zona 7	20.3	25.4	31.0	37.0	44.0	51.0	60.5
8	Zona 8	10.3	12.7	15.1	17.5	20.1	22.3	25.5
Total para el área del estudio		45.5	56.4	68.5	82.0	97.9	114.8	137.7



Tabla E.11
Demandas básicas de agua que se proyectan – uso residencial de agua
por área de sistema de servicio de agua

No. de área de servicio	Nombre del área de servicio	Millones de galones por día						
		2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060
1	Panamá Metro	76.7	89.0	100.6	110.6	118.7	124.7	128.2
2	Arraiján y	15.6	22.0	25.5	28.3	30.1	31.4	32.2
3	Chorrera)	9.3	10.2	10.9	11.6	12.3	12.8	13.1
4	Colón	2.9	3.8	4.3	4.7	5.0	5.2	5.4
5	Caimito arriba	5.6	6.7	7.6	8.2	8.7	9.1	9.3
6	Panamá este	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0
7	Río Gatún	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
8	Gatún noroeste	1.2	1.5	1.7	1.8	2.0	2.0	2.1
9	Gatún suroeste	0.8	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4
10	Chagres arriba Ancón	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Total para el área del estudio		113.2	135.5	153.1	168.1	179.8	188.2	193.4

Tabla E.12
Demandas básicas de agua que se proyectan – uso no residencial de agua
por área de servicio de sistema d agua

No. de área de servicio	Nombre del área de servicio	Millones de galones por día						
		2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060
1	Panamá Metro	30.4	37.6	45.5	53.8	63.1	72.2	84.5
2	Arraiján y Chorrera	3.4	4.1	4.8	5.6	6.4	7.2	8.2
3	Colón	7.7	10.0	13.1	16.9	22.0	28.5	37.1
4	Caimito arriba	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8
5	Panamá este	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.8	4.1
6	Río Gatún	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
7	Gatún noroeste	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
8	Gatún suroeste	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6
9	Chagres arriba	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
10	Ancón	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Total para el área del estudio		45.5	56.4	68.5	82.0	97.9	114.8	137.7

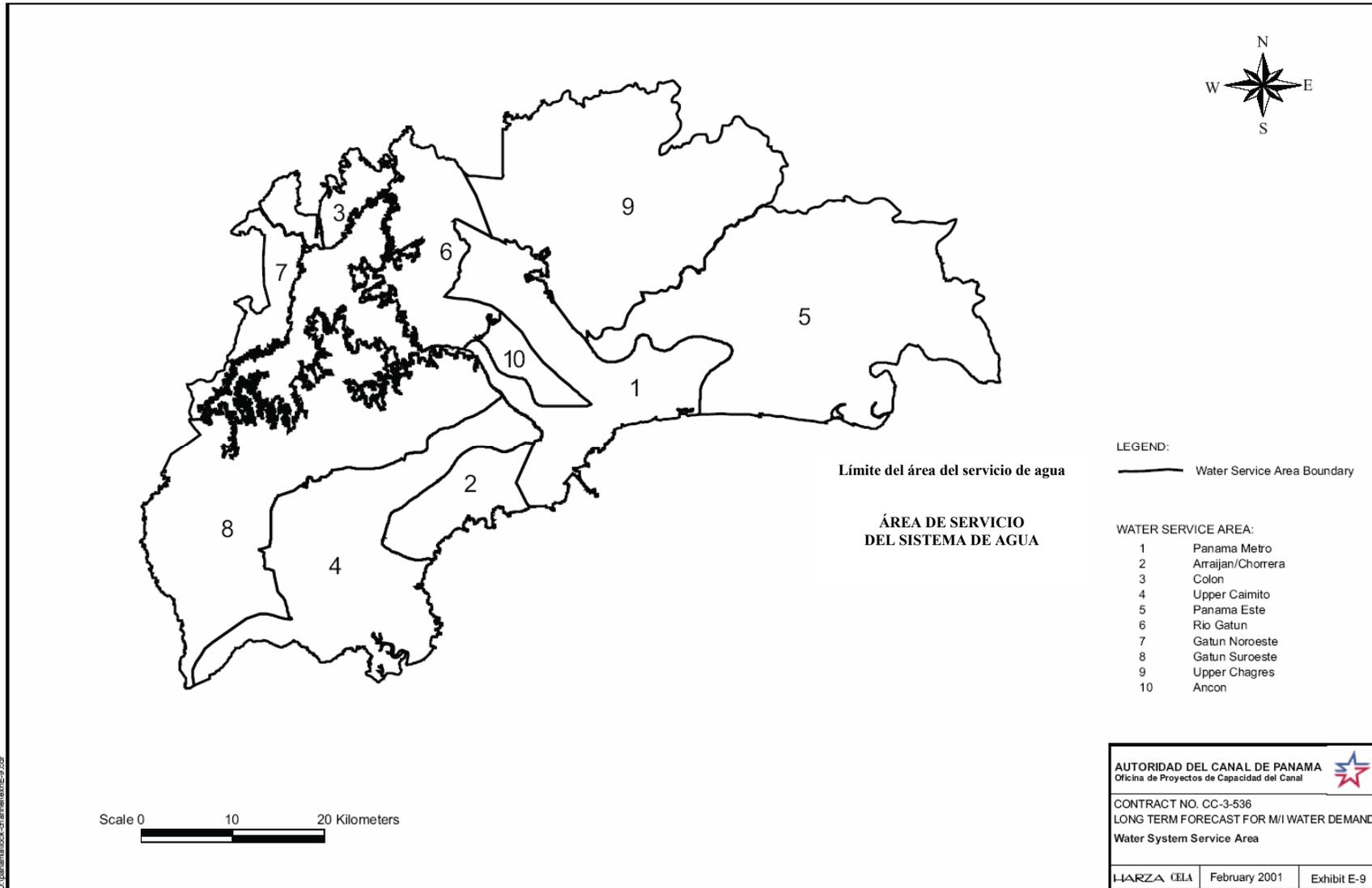




Tabla E.13

Requisitos proyectados de agua – Escenario probable



Tabla E.14
Pronósticos Optimistas y pesimistas del requisito del agua

Año	Millones de galones por día		
	Probable	Optimista	Pesimista
2000	244.2	244.2	244.2
2010	294.9	301.4	289.4
2020	339.4	355.0	326.3
2030	381.7	409.9	359.5
2040	422.3	468.5	384.9
2050	459.4	528.0	405.3
2060	499.5	595.5	433.5

E.8 Alternativas conceptuales para el suministro de agua

Los pronósticos de los requisitos futuros de agua que se han desarrollado para este estudio confirman que las necesidades futuras serán significativamente mayores que las existentes y/o del suministro de agua planificado y de la capacidad de producción del área del estudio. Se proyecta que los mayores aumentos de los requisitos de agua ocurrirán en y próximos a los centros urbanos existentes, aumentando aún más la demanda sobre los sistemas limitados que ahora existen. Se requerirá el desarrollo de fuentes de suministro adicionales importantes y la construcción de nuevas instalaciones de producción y distribución para satisfacer la demanda en los próximos 20 años.

Se establecieron alternativas conceptuales de suministro que se consideran como un medio de satisfacer los requisitos futuros de agua en el área en base a tres posibles estrategias:

- La Alternativa 1 supone un alto y continuo nivel de dependencia en la cuenca del Canal como una fuente principal de agua para las necesidades municipales e industriales;
- La Alternativa 2 supone un énfasis en el desarrollo de fuentes potenciales de suministro de agua municipal e industrial fuera de la tradicional cuenca del Canal y
- La Alternativa 3 considera una estrategia híbrida en la que la dependencia en la cuenca del Canal se compense con el desarrollo moderado de nuevas fuentes.

La base de cada una de las tres alternativas aparece en las Tablas E.15 y E.16. Todas estas opciones parecen factibles a nivel conceptual. Sin embargo, independientemente del enfoque que se adopte para desarrollar nuevas capacidades, la necesidad de mayores retiros de agua para consumo municipal e industrial de la cuenca del Canal será significativa (un aumento de 63% - 138% sobre el consumo actual, dependiendo del papel de otros proyectos). Las necesidades reales de retiros mayores de agua de la cuenca del Canal dependerán de la factibilidad y la eficiencia de costo de las alternativas para desarrollar suministros de fuentes ubicadas fuera de la cuenca del Canal. Las oportunidades más probables de desarrollar nuevas fuentes y capacidad de producción incluyen: las cuencas del río Caimito, del río Pacora y del reservorio de Bayano. Las decisiones relativas al desarrollo de estos proyectos tendrán igualmente impactos importantes en las necesidades futuras de conducción y distribución del agua en Panamá, ya que las mismas afectarán la dirección desde la cual se suministrará el agua a las redes.



E.9 Resumen

Durante los próximos 60 años, los planificadores del recurso hídrico y los administradores de los sistemas de suministro de agua tendrán que trabajar juntos para desarrollar los proyectos e instalaciones necesarias a fin de satisfacer los aumentos importantes de los requisitos de agua dentro del área del estudio. Sea cual fuere la estrategia de manejo del recurso hídrico que se adopte, serán necesarios aumentos importantes en el retiro de agua de la cuenca tradicional del Canal. También serán necesarios importantes gastos de capital para nuevas instalaciones de tratamiento, conducción y distribución del agua.



Tabla E.15
Resumen de los planes conceptuales de suministro de agua –
Asignación propuesta de suministro por fuente

2060

	Cuenca del Canal	Cuencas del área del Pacífico (este)	Cuencas del área del Pacífico (oeste)	Aguas subterráneas	Otras fuentes	Total
(Todas las unidades son en millones de galones por día)						
Alternativa 1						
Capacidad existente	200.1	9.0	9.5	4.3	0.0	222.9
Ampliaciones planeadas	67.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.0
Ampliaciones adicionales	207.0	0.0	0.0	2.8	0.0	209.8
Suministro Total Alternativa 1	474.1	9.0	9.5	7.1	0.0	499.7
Alternativa 2						
Capacidad existente	200.1	9.0	9.5	4.3	0.0	222.9
Ampliaciones planificadas	67.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.0
Ampliaciones adicionales	58.0	119.6	32.0	0.9	0.0	210.5
Suministro Total Alternativa 2	325.1	128.6	41.5	5.2	0.0	500.4
Alternativa 3						
Capacidad existente	200.1	9.0	9.5	4.3	0.0	222.9
Ampliaciones planeadas	67.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.0
Ampliaciones adicionales	158.0	54.6	0.0	-0.3	0.0	212.3
Suministro Total Alternativa 3	425.1	63.6	9.5	4.0	0.0	502.2

Tabla E.16
Resumen de los planes conceptuales de suministro de agua –
Capacidad adicional requerida por fuente
2060

	Cuenca del Canal	Cuencas del área del Pacífico (este)	Cuencas del área del Pacífico (oeste)	Aguas subterráneas	Otras fuentes	Total
(Todas las unidades son en millones de galones por día)						
Alternativa 1						
Ampliaciones planeadas	67.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.0
Ampliaciones adicionales	207.0	0.0	0.0	2.8	0.0	209.8
Suministro Total Alternativa 1	274.0	0.0	0.0	2.8	0.0	276.8
Alternativa 2						
Ampliaciones planeadas	67.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.0
Ampliaciones adicionales	58.0	119.6	32.0	0.9	0.0	210.5
Suministro Total Alternativa 2	125.0	119.6	32.0	0.9	0.0	277.5
Alternativa 3						
Ampliaciones planeadas	67.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.0
Ampliaciones adicionales	158.0	54.6	0.0	-0.3	0.0	212.3
Suministro Total Alternativa 3	225.0	54.6	0.0	-0.3	0.0	279.3

