

ACTUALIZACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL DE ANGOL



FACTIBILIDAD SANITARIA

Septiembre 2013

INDICE

I.- DIAGNOSTICO ANTROPICO

CAP. I.- ANTECEDENTES GENERALES DE LA CIUDAD DE ANGOL

CAP II.- DIAGNOSTICO INFRAESTRUCTURA EXISTENTE DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

CAP III.- DIAGNOSTICO INFRAESTRUCTURA EXISTENTE DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS

CAP IV.- PROYECCIONES DE DEMANDAS

CAP. V.- DEFINICION DE OBRAS Y PROGRAMA DE INVERSIONES

CAP VI.- ANÁLISIS DESDE PERSPECTIVA DE LA NORMATIVA VIGENTE

1. DIAGNÓSTICO ANTRÓPICO

El diagnóstico antrópico expresa, sintéticamente, las principales características de las variables y componentes antrópicas como base analítica para identificar potencialidades y restricciones al desarrollo comunal asociado a la estructura antrópica. Cuando corresponda, también se han identificado tendencias de desarrollo relacionadas con las condiciones del sistema antrópico. Las conclusiones del diagnóstico surgen de la interpretación del Plano de Síntesis Antrópica Comunal, donde se representan gráficamente las variables y componentes que estructuran la ocupación de la comuna, las áreas con restricciones y las áreas potencialmente aptas para el desarrollo por condiciones antrópicas.

Lo que en los capítulos siguientes, y que dicen relación con la situación actual de la infraestructura sanitaria, su diagnóstico, y futuras necesidades permiten tener una caracterización de las variables antrópicas, respecto de toda la Infraestructura Sanitaria de la Localidad de Angol.

En el sentido anterior es relevante tener en consideración todos los aspectos técnicos del análisis de la Macro infraestructura Sanitaria existente requeridos, para satisfacer la demanda actual y futura. La demanda actual se determina en relación a los habitantes existentes hoy y las áreas actuales consolidadas urbanísticamente hoy. En tanto la futura queda determinada por los habitantes futuros y por la urbanización que se consoliden tanto en el área definida por el actual límite urbano tanto como las que lo hagan en todas las zonas de expansión definidas por el nuevo límite urbano propuesto.

Consecuentemente con lo anterior es necesario para tener, una clara visión del área en la cual se enmarca el presente estudio es necesario profundizar y desarrollar los siguientes aspectos: **Antecedentes generales de la ciudad; Diagnóstico de infraestructura sanitaria existente, tanto de agua potable como de alcantarillado; Proyecciones de demandas, Planteamientos de alternativas de soluciones; Programa de Inversiones propuesto; Definición de obras futuras para futuras áreas de expansión (Producción , distribución recolección y disposición fina); Programa de Inversiones propuesto, y Análisis general desde la perspectiva de la normativa vigente.**

Todo lo anterior nos permitirá tener una visión global de la relación y consecuencia entre las actuales áreas por consolidar como por las futuras áreas de expansión propuestas, lo cual es fundamental para poder sustentar la viabilidad de la **Alternativa de Solución Propuesta de Futuro Límite Urbano**

CAPITULO I.**ANTECEDENTES GENERALES DE LA CIUDAD DE ANGOL****1. Dependencia Administrativa**

La Novena Región de La Araucanía se subdivide en dos provincias, Cautín y Malleco, en esta última se encuentra la ciudad de Angol, la cual es la capital de dicha provincia. Su espacio físico se extiende al pie de la cordillera de Nahuelbuta y junto al río Rehue. La ciudad actual, la fundó Don Cornelio Saavedra, el 17 de Diciembre de 1862 con el nombre de Angol, pero sólo el 13 de Abril de 1871 obtuvo el título de Ciudad.

2. Ubicación Geográfica

La localidad de Angol se encuentra ubicada a 608 Km. al Sur de Santiago y a 128 Km. al Noroeste de la Capital Regional, Temuco, sus coordenadas geográficas aproximadas son: 72°43' de longitud Oeste y 37°46' de latitud Sur.

3. Vías de Comunicación y Transporte**a) Transporte Carretero**

El acceso principal a la ciudad de Angol es a través del camino de Collipulli, el cual se comunica con la Carretera Longitudinal 5 Sur o (Carretera Panamericana) es pavimentada y tiene una longitud de 32 Km.

b) Transporte Aéreo

La ciudad de Angol cuenta con el Aeródromo Los Confines, ubicado al este de la ciudad, con una pista de 1.250 m.

c) Ferrocarril

Las estaciones más cercanas del ferrocarril Central están a 19 Km. al norte (Renaico) y 30 Km. al sur (Collipulli). Por Angol pasa una línea ramal del ferrocarril que se inicia en Renaico por el norte y que pasando luego hacia el sur por Los Sauces y Traiguén, se une nuevamente con la línea central.

4. Características fisiográficas**4.1. Topografía**

La ciudad de Angol esta estructurada físicamente en dos áreas completamente separadas y de características topográficas diferentes.

Es así como el área poniente se desarrolla en una topografía irregular, con zonas altas y bajas localizadas fundamentalmente hacia los límites norte y poniente de la ciudad, suavizándose hacia las zonas céntricas. Esta área se encuentra ubicada en los primeros faldeos que componen la cordillera de Nahuelbuta. Mientras, el área oriente se caracteriza por desarrollarse en una topografía plana, propia de los valles interiores. El límite de separación de éstas áreas lo constituye el río Vergara.

4.2. Clima

El avance en latitud va explicando los cambios en el clima regional, que aquí muestra un aumento de lluvias que se reparten a lo largo del año y una disminución también regular de las temperaturas. Es cierto que fenómenos del relieve como la Cordillera de Nahuelbuta, son un factor que cambia las condiciones de sectores como los de Angol y Los Sauces, pero desaparecida la barrera en las cercanías del río Imperial, los valores ya mencionados vuelven de La Costa, en su vertiente occidental, es la que recibe la mayor parte de las precipitaciones marítimas, mientras que la vertiente oriental recibe prácticamente vientos secos. No es extraño entonces, que así como el promedio de lluvias en la región supera largamente los 1.200 m.m. anuales, en Angol, la estación seca a veces alcanza hasta 7 meses y con apenas 934 m.m. Anuales.

4.3. Hidrografía

La ciudad de Angol se ubica en una verdadera encrucijada de ríos andinos y costeros, que le otorgan al valle y a la propia ciudad, una auténtica importancia fluvial con una oferta natural de aguas importante.

En primer término se tiene que por el Oeste, la ciudad se enmarca en la cuenca del río Picoquén, En cuanto al valle, en este confluyen el citado río Picoquén, con el Rehue, conformando el río Vergara que corta la ciudad de dos porciones, una al Este y la otra al Oeste. Por su parte el río Huequén, proveniente del sur, recibe las aguas del estero Vipaco poco antes de la localidad de Huequén, para tributar en el río Malleco a 5 Km. más al norte. Finalmente el río Malleco se junta con el Vergara, en las cercanías al norte de Angol, que semeja así una gran confluencia de ríos y esteros provenientes del oeste, del sur y este. Tal tramo fluvial, plantea problemas a las vías de transportes, que para ser expeditos, requieren en consecuencia de cantidades de obras de arte, puentes especialmente, que podrían justificarse con un mayor desarrollo económico.

4.4. Vegetación

La vegetación en el área que se inserta la comuna, corresponde a un paisaje caracterizado por bosques galerías que acompañan a los cursos de agua o que en general predominan donde la humedad es mayor, fenómeno que se presenta con las altas precipitaciones en los relieves de Barlovento en las vertientes occidentales de la cordillera de La Costa, sobre todo en sus cumbres máximas donde incluso se ha desarrollado la Araucaría Araucana, bastante exigente en agua pero que, por sobreexplotación, hoy se encuentran próxima a la extinción.

En los bosques galerías predominan El Coigue (*Nothofagus dombeyi*), El Laurel (*Laurelia sempervisans*), El Canelo (*Drimys winteri*), y el Peumo (*Cryptocaria laba*). Asimismo, abundan especies arbustivas entre las que destacan el Mayo (*Sophora macroarpa*) el Maqui (*Aristolelia chilensis*), la Pitra (*Myrcogenia planipes*) y la Luna (*Anomirfus luma*). Por su parte la hierba esta representada mayoritariamente por la llamada paja ratonera (*Hierochloe utriculata*), la Frutilla (*Fragaria chilensis*) y el Llantán (*Pantago Lanceolata*).

4.5. Suelos

La comuna cuenta con una superficie total de 122.411 hectáreas, de las que 89.378 corresponden a suelos de aptitud forestal y 18.774 a suelos de aptitud agrícola.

5. Características Urbanas

a) Área urbana y densificación

La superficie urbana total de la ciudad de acuerdo a plano regulador, es de 935 há.

El crecimiento poblacional de la ciudad ha ido acompañado de una expansión progresiva de la superficie habitada. A pesar de las limitantes topográficas en los límites de la ciudad, en especial al poniente donde se desarrolla la Cordillera de Nahuelbuta, se dispone aún de áreas de expansión suficientes para absorber el crecimiento futuro de la población del total del área urbanizable, la superficie disponible no ocupada es de 250 há que representa un 26,7% del total habitable.

b) Características de la Edificación

Angol como muchas ciudades del sur del país se caracteriza por un gran uso de la madera en las construcciones, sobre todo en las viviendas. Estas, de preferencia utilizan madera, tanto interior como exterior. Las edificaciones en material sólidos están restringidas a grupos de nivel socioeconómico medio y alto en general, comercio y servicios, y especialmente en el sector central de la ciudad. Cabe destacar que el sector céntrico, el tipo de construcción es mixta.

c) Sistema Vial

Por su emplazamiento, la ciudad de Angol viene a constituir un “terminal de vía” de la Ruta 182, la cual a su vez se desprende de la Ruta 5 (Carretera Panamericana), uniendo la ciudad de Collipulli con la de Angol.

La Ruta 182 ingresa a la ciudad por el oriente, sector de Huequén, pasándose a llamar Dillman Bullock, la que luego cambia de nombre a O’Higgins e ingresa al centro antiguo de la ciudad en forma tangencial y virando hacia el norte por la calle Ilabaca; esta vía es sin duda, la arteria principal de la ciudad a la cual gravitan prácticamente la totalidad de la circunvalación vehicular de entrada y salida al centro poblado.

Junto con la conexión a la panamericana, el “eje” Dillman Bullock, dando acceso desde y hacia la ciudad de Los Ángeles, centro de gran influencia para Angol.

6. Aspectos Demográficos

6.1. Población Comunal

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) se tienen las siguientes cifras según el censo de 2002 en una Superficie urbana de 14,94 Km².

POBLACIÓN COMUNAL EN EL CONTEXTO REGIONAL

ÁREA	POBLACIÓN				
	TOTAL	URBANA	%	RURAL	%
Chile	15.050.341	13.044.221	86,7%	2.006.120	13,3%
IX Región	869.535	588.408	67,6%	281.127	32,4%
Prov. Malleco	201.615	139.261	69,3%	62.354	30,7%
Prov. Cautín	667.920	449.147	67,1%	218.773	32,9%
Comuna Angol	48.996	43.801	89,4%	5.196	10,6%
Ciudad Angol	43.801	--	--	--	--

6.2. Índice Habitacional

En el cuadro siguiente se indica el número de habitantes por vivienda existentes en el país, región, comuna y localidad, de acuerdo al censo de 2002.

ÍNDICE HABITACIONAL 2002

ÁREA	HABITANTES	VIVIENDAS	ÍNDICE HAB. <i>Hab. / Viv.</i>
País	15.050.341	4.434.521	3,39
IX Región	869.535	259.939	3,30
Prov. Malleco	201.615	60.838	3,28
Prov. Cautín	667.920	199.101	3,31
Comuna Angol	48.996	13.700	3,53
Ciudad Angol	43.801	12.144	3,55

7. Aspectos Económicos y Trabajo

A nivel regional los rubros más importantes como fuentes de ocupación son el agrícola ganadero, forestal, servicio, comercio e industria. Para la ciudad de Angol la actividad que significa mayor ocupación de fuerza de trabajo es los servicios comunales, sociales y personales así como también la agricultura.

8. Salud

Infraestructura de Salud

ESTABLECIMIENTOS DE SALUD

ÁREA	HOSPITALES	CONSULTORIOS	POSTAS
IX Región	20	16	183
Prov. Malleco	7	5	58
Prov. Cautín	13	11	125
Com. Angol	1	1	4

9. Educación

La situación educacional en todos sus niveles, se ha obtenido por información proporcionada por la Secretaría Regional Ministerial de Educación.

El siguiente cuadro resume los establecimientos educacionales por tipo de administración y matrículas, a nivel regional y comunal.

MATRICULA DE ALUMNOS POR TIPO DE ESTABLECIMIENTOS

ÁREA	TIPO DE ESTABLECIMIENTO	Nº DE ESTABLEC.	Nº DE ALUMNOS
IX Región	Municipales	725	111.101
	Particulares Subvenc.	593	79.953
	Particulares No Subvenc.	28	6.135
	Corporaciones privadas	4	2.407
	TOTALES	1.350	199.596
Comuna Angol	Municipales	39	9.399
	Particulares Subvenc.	8	2.559
	Particulares No Subvenc.	2	184
	Corporaciones privadas	1	579
	TOTALES	50	12.721

10. Infraestructura Sanitaria

10.1. Agua Potable

La ciudad de Angol cuenta con un servicio de agua potable intradomiciliario que según el censo del año 2002 contabiliza un total de 11.609 clientes, que representa de una población total de 48.996 habitantes, una cobertura efectiva casi del 95,82%. La facturación anual de Enero a Diciembre de 2002 alcanzó a los 2.396.715 m³.

Censo 2002	
Categorías	Casos
1. Red pública (Cía. Agua Potable)	11.609
2. Pozo o noria	543
3. Río, vertiente, estero	706
Total	12.858

Para el abastecimiento, se cuenta con fuentes superficiales del estero Pellomenco, Quebrada Elvira y río Picoiquén. Las aguas superficiales en el caso de las dos primeras son captadas en forma gravitacional, ubicadas en los cerros a 10 Km. al poniente de la ciudad, y otra mediante la utilización de elevación mecánica. Todas las aguas son potabilizadas en una planta de tratamiento del tipo convencional emplazada en el recinto de estanques semienterrados.

10.2. Alcantarillado

El sistema de alcantarillado de aguas servidas dispone, al 2009, es de 12.983 clientes y una población saneada que alcanza a los 43.190 habitantes, lo cual representa una cobertura efectiva del 96,8%, y una cobertura de servicio del 98,0%, al existir un total de 330 viviendas que están frente a colectores, pero sin conexión.

Gran parte del sistema actualmente es saneada con cinco plantas elevadoras que impulsan a colectores interceptores que confluyen para descargar en un único punto, en la ribera oriente del río Vergara, sin tratamiento previo. El área aportante a esta descarga cubre más del 90% de la ciudad de Angol.

Por otra parte el sector de Huequén y el Barrio Industrial emplazado en el extremo oriente de la ciudad descargan en forma independiente y sin tratamiento previo al río Huequén

CAPITULO II.**DIAGNOSTICO INFRAESTRUCTURA EXISTENTE DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE****1. Descripción General**

La fuente para el abastecimiento del servicio de agua potable de Angol, se obtiene de recursos superficiales, básicamente captando con las bocatomas Pellomenco y Quebrada Elvira en el cerro emplazado al sur poniente de la ciudad y la otra es la del Picoiquén la cual se ubica en la misma ciudad, al sur del recinto de tratamiento y estanques de la ciudad. Las dos primeras sus aportes son conducidos en forma gravitacional hasta la planta, en tanto las aguas captadas en el río Picoiquén requieren de elevación.

Las aguas son conducidas desde las captaciones hasta el recinto de tratamiento, ubicado al poniente de la ciudad, en el cual son sometidas a un tratamiento completo de floculación, decantación y filtración para posteriormente entregar a los estanques existentes en el mismo recinto.

Los estanques de regulación ubicados en el recinto de tratamiento son cuatro, todos semienterrados y de hormigón armado de las siguientes capacidades: 2 x 2000 m³, 1000 m³ y 500 m³. En el sector de Huequén se dispone de un estanque elevado de 300 m³.

Desde el recinto de estanques nacen las cañerías matrices que alimentan los diferentes sectores de la ciudad.

2.- Diagnostico Físico y Operativo del Servicio de Agua Potable

Se incluye a continuación una descripción del Servicio de Agua Potable de la ciudad de Angol, mencionando las características principales, la capacidad, el estado de conservación de cada uno de sus componentes y las condiciones de operación actual.

2.1. Fuentes y captaciones

La ciudad de Angol se abastece en la actualidad de aguas superficiales, provenientes de bocatomas independientes ubicadas en diferentes sectores al exterior e interior del límite urbano de la ciudad. Las fuentes de captación de acuerdo a su ubicación física en el sistema son las siguientes:

Estero Pellomenco (gravitacional).
Quebrada Fuente Elvira (gravitacional).
Río Picoiquén (planta elevadora)

2.2. Capacidad de las Fuentes

La cantidad de agua producida en las fuentes tienen una marcada diferencia estacional en especial las correspondientes a Pellomenco y fuente Elvira, estas disminuyen notoriamente en el período de verano su producción, absorbiendo este déficit la captación del río Picoiquén que en la actualidad es la fuente más importante del sistema. En efecto, históricamente este río en épocas de sequía siempre ha contado con el recurso en el sector de captación.

Conforme a los antecedentes recopilados por la Empresa ESSAR y esta consultora se resume en el siguiente cuadro, la cantidad de agua producida por los sistemas fuente captación de Angol:

**CAPACIDAD DE FUENTE-PRODUCCIÓN
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE ANGOL**

FUENTE	PRODUCCIÓN (l/s)		AFOROS	
	Verano	Invierno	18/4/91	2/96
Pellomenco	30	90	62	39
Elvira	9	25	16	27
Picoiquén (1)	100	100	60 (2)	--
TOTAL	139	215		

(1) Considera la operación normal de los equipos instalados (2+1).

(2) Se encontraba en operación sólo una bomba.

En período de verano en la captación del Pellomenco se capta toda el agua que escurre en el curso y el muro de presa no rebalsa, en tanto en invierno siempre existe rebalse.

Otros antecedentes importante lo constituyen los aforos realizados un año de baja precipitación como lo fue el año 1998 donde se registró la llegada a la planta un caudal del conjunto de las fuentes Pellomenco y Elvira, ambas gravitacionales, se obtuvo en verano, 82 l/s y en invierno 140 l/s.

El aporte del río Picoiquén el cual requiere de elevación, sólo se ocupó en períodos de mayor demanda, lo que es habitual en los meses de verano, ocupándose por 20 horas con un solo equipo de elevación (50 l/s). En invierno esta captación se emplea esporádicamente ya que sólo es suficiente con los aportes gravitacionales de las fuentes Pellomenco y Elvira.

2.3. Calidad de Agua de la Fuente

2.3.1. Calidad Bacteriológica

Para el análisis de calidad de agua a las fuentes de agua potable de Angol, se cuenta con los análisis bacteriológicos de una muestra mensual obtenida por ESSAR desde Abril de 1996 a Febrero de 1999.

RESUMEN CALIDAD BACTERIOLÓGICA A FUENTES DE AGUA POTABLE

FUENTE	Turbiedad (UNT)			COLI.TOTALES (NMP/100 ml)				COLI FECALES (NMP/100 ml)			
	0-5	5-100	>100	0-50	50-100	100-1000	>1000	0-50	50-100	100-1000	>1000
Vert. Pellomenco	52	15	1	17	12	32	7	35	6	24	3
%	76,5	22,1	1,5	25,0	17,6	47,1	10,3	50,7	8,7	34,8	4,3
Fuente Elvira	43	26	0	17	13	32	7	34	12	22	1
%	62,3	37,7	0,0	24,6	18,8	46,4	10,1	49,3	17,4	31,9	1,4
Río Picoiquén	45,0	25	1	7	5	35	24	16	6	34	15
%	66,2	36,8	1,5	9,9	7,0	49,3	33,8	22,5	8,5	47,9	21,1

De acuerdo a la Norma NCh 777 Of. 71 "Fuente de abastecimiento y obras de captación-terminología, clasificación y requisitos generales", las actuales fuentes de abastecimiento de la ciudad de Angol puede ser clasificada como mala, requiriéndose previamente a su consumo ser tratadas con una planta convencional.

2.3.2. Calidad Físico-Química

De acuerdo a los resultados y conclusiones de los análisis anuales (período 1996 a 1998) entregados por ESSAR S.A., sobre las fuentes de agua potable, se determina que las fuentes, no presentan valores de los parámetros medidos mayores a los máximos aceptados por la Norma NCh 409 Of. 84; a excepción del contenido del hierro, sin embargo sus niveles son bajos y pueden ser removidos con filtración directa.

CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA FUENTES AGUA CRUDA

Localidad	Fuente	Amoniaco Mg/l	Arsénico mg/L	Cloruros mg/L	Cobre mg/L	Detergentes Mg/L	Flúor mg/L	Hierro mg/L	Manganeso mg/L	Nitratos mg/L
		Horma NCh 409	0,25	0,05	250,0	1,0	0,50	1,50	0,30	0,10
Pellomenco	Vertientes	<0,08	<0,005	0,40	N.D.	<0,08	<0,20	0,27	<0,05	<0,1
Elvira	Vertientes	<0,08	<0,005	<15	<0,01	<0,10	<0,01	0,68	0,08	0,02
Picoiquén	Río	<0,08	<0,005	0,60	<0,01	0,12	<0,02	0,38	<0,04	0,29

A pesar que en el registro de los análisis de calidad físico-químicos, la turbiedad es inferior a 5 U.N.T., en general se incrementan en invierno lo que es coincidente con el período de las primeras lluvias de la época.

2.4. Derechos de Agua

En cuanto los derechos legales de aprovechamiento del recurso, se presenta en el siguiente cuadro, la información vigente a Junio de 1999.

SITUACIÓN DE LOS DERECHOS DE AGUA

Nombre Captación	Caudal (l/s)	Estado	Tipo	Resolución DGA		Inscripción Dominio			C.B.R.
				Nº	Fecha	Fojas	Nº	Año	
Estero Pellomenco	63	En servicio	Superficial	455	17/10/83	13 vta.	25	1993	Angol
Fuente Elvira	25	En servicio	Superficial	455	17/10/83	13 vta.	25	1993	Angol
Río Picoiquén	34	En servicio	Superficial	455	17/10/83	13 vta.	25	1993	Angol
Río Picoiquén	188	En servicio	Superficial	Resolución	Judicial	8 vta.	14	1995	Angol

2.5. Conducciones

Las conducciones desde cada una de las fuentes de agua potable, hasta el recinto de tratamiento, son:

- Conducción Pellomenco
- Conducción Elvira
- Conducción Picoiquén

La conducción desde la captación en el río Picoiquén de la planta de tratamiento la constituyen en la actualidad dos impulsiones paralelas, una de fierro fundido, D = 250 mm y la otra instalada el año 1994, en acero D = 350 mm. La longitud es de 160 m aproximadamente.

2.5.1. Capacidad de Conducciones

El siguiente cuadro muestra las características de las conducciones.

CAPACIDAD DE PORTEO CONDUCCIONES

CONDUCCIÓN	MATERIAL	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (m)	CAPACIDAD (l/s)
Pellomenco	Hormigón-Fe.Fdo.	Canal 0,4 x 0,4 m	9.400	100
Elvira	Fe.Fdo.	200	3.200	25
Impulsiones (1)	Fe. Fdo.	250	157	88
Picoiquén	Acero	350	157	174

(1) Se considera velocidad de explotación de 1,8 m/s.

2.6. Tratamiento

La totalidad de las aguas provenientes desde las tres fuentes (Pellomenco, Elvira, y Río Picoiquén), ingresan a una planta de tratamiento completa, ubicada al poniente de la ciudad en un recinto común junto al los estanques de regulación y captación Picoiquén; esta fue construida el año 1977. La finalidad de la planta es abatir turbiedad para lo cual los procesos unitarios empleados son los siguientes:

- Dosificación de productos químicos: coagulante y cal.
- Floculación.
- Decantación alta tasa.
- Filtración rápida.
- Desinfección bactericida.

2.7. Sistema Elevación e Impulsión Estanque V = 500 m³

Para abastecer las áreas altas de la red ubicadas en el extremo poniente de la ciudad y colindante con el recinto de estanques, se construyó el año 1994 un sistema independiente de elevación, impulsión y estanque de regulación; dejando el sistema de lavado de filtros, el cual en parte era ocupado para este fin.

El sistema de elevación se ubica en el subterráneo de la galería de filtros, los equipos son de las siguientes características:

Marca: CAPRARI
 Modelo: MEC A1-65 B
 Tipo: Centrífugas eje horizontal
 Cantidad: 2
 Motor: 2 HP
 Caudal (l/s): 8,5
 Altura total (m.c.a.): 28

La cañería de impulsión es en PVC, C-6, D = 200 mm, L = 82 m.

El sistema de elevación opera en forma automática enclavado con dispositivos de control de nivel en el estanque de regulación, los equipos funcionan en forma alternada.

La cloración se realiza en la cañería de impulsión, el sistema dispone de inyector y bomba booster, la unidad de dosificación W-T, modelo V-10 y cilindro gas cloro 60 kg se ubican en la galería de maniobras este también opera automáticamente enclavado con el sistema de elevación.

2.8. Estanques de Regulación

En el siguiente cuadro se resumen las características principales de los estanques de regulación del sistema de agua potable de Angol.

ESTANQUES DE REGULACIÓN SISTEMA ANGOL

Volumen (m ³)	Cantidad N ^o	Año constr.	Tipo	Estado	Mantención	Control Rebalance	Cotas (m.s.n.m.)	
							Radier	Agua Máx.
1.000	1	1930	Semienterrado	Bueno	Regular	No	125,15	129,95
2.000	1	1962	Semienterrado	Bueno	Regular	No	124,45	129,95
2.000	1	1994	Semienterrado	Bueno	Regular	No	124,45	129,95
500	1	1994	Semienterrado	Bueno	Regular	Si	152,7	157,2
200 (1)	1	1977	Semienterrado	Bueno	Regular	Si	146,0	150,0
300 (2)	1	S/I	Elevado	Regular	Regular	No	S/I	S/I

(1) Estanque de agua de lavado de filtros.

(2) Estanque ubicado en sector Huequén.

2.9. Macromedición

CARACTERÍSTICAS MEDIDORES DE CAUDAL

MARCA	MODELO TIPO	D(mm)	LECTURA	ESTADO	UBICACIÓN
Ultrafux	Ultrasonido UF 321	-	Galería floculadores	No opera	Cañería agua decantada
Fischer & Porter	Electromagnético	250	-	Retirado	Cámara en cañería agua tratada

2.10. Control e Instalaciones Eléctricas

2.10.1. Control

Disponen de control automático de partida y parada los sistemas de elevación que alimentan a los estanques de almacenamiento de agua de lavado (200 m³) y el estanque semienterrado de 500 m³.

2.10.2. Instalaciones Eléctricas

Para la Planta Elevadora del río Picoiquén existe una subestación con un transformador de 300 KVA montado en dos postes de hormigón armado.

2.11.- Red de Distribución

2.11.1.- Cañerías

RESUMEN DE CAÑERÍAS EXISTENTES CIUDAD DE ANGOL

DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (m)			TOTAL
	Abs.Cem.	PVC	Fierro Fundido	
75	30.198	1.856	5.734	37.788
90	--	23.896	--	23.986
100	18.369	--	2.292	20.661
110	--	16.928	--	16.928
125	2.801	--	--	2.801
140	--	2.921	--	2.921
150	6.840	--	2.199	9.039
160	--	4.206	--	4.206
200	1.456	2.205	324	3.985
250	5.632	--	109	5.741
300	3.822	--	484	4.306
350	1.687	--	--	1.687
400	858	--	--	858
TOTAL	71.663	52.012	11.142	134.817
(%)	53,2	38,6	8,2	100,0

2.11.2. Válvulas

La red de distribución de la ciudad de Angol cuenta con 451 válvulas, todas en cámaras. Existen 5 válvulas con guarda llaves.

RESUMEN DE VÁLVULAS

DIÁMETRO (mm)	CANTIDAD (Nº)
75	203
100	140
125	13
150	52
200	11
250	17
300	9
350	6
TOTAL	451

2.11.3.- Grifos

La red de distribución de la ciudad de Angol, cuenta con 285 grifos del tipo columna de 100 mm de diámetro, encontrándose todos operativos y en buen estado.

2.12.- Clientes

La ciudad de Angol a Diciembre de 2002 cuenta con un 100% de cobertura superficial de los sectores habitados en agua potable y un 100% de cobertura efectiva. La red de distribución cuenta con 12.723 Arranques de agua potable.

Nº DE ARRANQUES DESGLOSADOS POR DIÁMETRO Y TIPO DE CONSUMIDOR

DIÁMETRO (mm)	NUMERO DE ARRANQUES				
	Residencial	Comercial	Industrial	Otros (1)	Total
3	10.994	435	10	19	11.458
19	760	127	3	34	924
25	145	80	9	33	267
32	0	0	0	0	0
38	6	17	2	16	41
50	1	7	2	18	28
80	0	0	0	4	4
100				1	1
TOTAL	11.906	666	26	125	12.723

EVOLUCIÓN DE CLIENTES PERIODO 1995-2002

AÑO	CLIENTES Nº	CRECIMIENTO EXPONENCIAL (%)
1995	10.274	--
1996	10.656	3,65
1997	11.383	6,82
1998	11.556	1,52
1999	11.743	1,62
2000	12.109	3,12
2001	12.555	3,68
2002	12.846	2,32

2.13.- Micromedidores

Con respecto a la cantidad de micromedidores, se puede decir que a Diciembre de 2002, Angol contaba con 12.871 micromedidores de agua potable.

2.14. Recintos y personal**2.14.1. Recintos**

El servicio de agua potable de Angol cuenta con los siguientes recintos:

- Recinto captación Pellomenco.
- Recinto regulación-tratamiento.
- Recinto Huequén

2.14.2. Personal

El personal de ESSAR S.A. que atiende la ciudad de Angol, alcanza a una dotación de 14 personas.

3.- Operación y Calidad del Servicio**3.1.- Áreas de Abastecimiento**

La ciudad de Angol cuenta con un servicio de agua potable intradomiciliario que abastece a prácticamente a la totalidad de las viviendas ubicadas dentro de su área de Concesión. La cobertura de servicio alcanza al 100% de su territorio operacional.

3.2.- Población Abastecida y Cobertura Efectiva

Nº de clientes en agua potable (Diciembre de 2002):	12.846
Nº de clientes residenciales (Diciembre de 2002):	11.976
Nº de viviendas frente a red sin conexión: (Dic. 1999)	0
Nº de viviendas sin red de agua potable:	0
Total viviendas área de concesión:	12.846
Índice habitacional hab. /Viv.:	4,22
Población total estimada de Angol:	50.502 habitantes
Nº de clientes residenciales:	11.976
Población abastecida (hab.):	50.502
Cobertura efectiva (%):	100,00 %

3.3.- Volumen Producido**VOLÚMENES DE PRODUCCIÓN**

MESES	VOLÚMENES PRODUCIDOS (m ³)					
	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Enero	339.099	334.016	325.744	347.292	312.394	386.081
Febrero	355.752	322.068	351.152	394.539	297.197	357.265
Marzo	306.683	313.970	315.853	304.970	261.840	367.648
Abril	336.860	319.200	380.883	305.527	280.604	323.900
Mayo	285.778	279.601	311.686	256.677	324.531	291.107
Junio	258.137	260.219	282.821	257.048	245.680	299.271
Julio	252.635	241.727	273.300	249.201	242.875	286.510
Agosto	267.547	243.666	282.410	250.437	217.881	300.414
Septiembre	260.814	288.765	290.881	272.053	277.545	321.380
Octubre	253.160	254.778	281.845	251.912	272.409	313.712
Noviembre	245.810	289.402	299.836	305.662	281.688	300.362
Diciembre	266.111	329.088	329.073	283.628	326.365	279.559
TOTAL	3.428.386	3.476.500	3.725.484	3.478.946	3.341.009	3.827.209

3.4. Volumen Facturado**VOLUMEN FACTURADO**

MESES	VOLÚMENES FACTURADOS (m ³)					
	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Enero	223.837	236.581	223.044	256.295	238.971	271.717
Febrero	239.087	237.769	242.402	252.378	233.554	239.919
Marzo	221.958	232.540	228.406	209.241	229.872	246.608
Abril	209.405	209.534	240.068	199.722	205.554	205.096
Mayo	172.734	183.946	188.107	193.681	182.918	179.015
Junio	164.598	183.382	185.431	172.401	177.249	184.690
Julio	150.591	149.366	165.480	159.842	173.824	165.200
Agosto	148.203	153.817	154.967	166.501	169.428	168.267
Septiembre	169.336	182.142	165.592	165.293	178.042	181.194
Octubre	166.493	169.314	179.042	177.478	185.418	161.970
Noviembre	162.030	208.902	186.387	205.220	198.268	185.608
Diciembre	189.049	235.922	233.989	240.637	230.224	207.431
TOTAL	2.217.321	2.383.215	2.392.915	2.398.689	2.403.322	2.396.715

3.5. Aguas no Contabilizadas (A.N.C.)

Las aguas contabilizadas incluyen las pérdidas físicas de agua potable, los consumos de obras necesarias para la operación de la infraestructura, los consumos no sujetos a medición y el error en los macromedidores y micromedidores.

AGUAS NO CONTABILIZADA EN EL SISTEMA

AÑO	PRODUCCIÓN (m ³)	FACTURACIÓN (m ³)	A.N.C. (m ³)	PERDIDAS %
1996	3.428.033	2.237.494	1.190.539	34,7
1997	3.428.386	2.217.321	1.211.065	35,3
1998	3.476.500	2.383.215	1.093.285	31,4
1999	3.725.484	2.392.915	1.332.569	35,8
2000	3.484.310	2.398.689	1.085.621	31,2
2001	3.341.009	2.403.322	937.687	28,1
2002	3.827.209	2.396.715	1.430.494	37,4
PROMEDIO	3.530.133	2.347.096	1.183.037	33,5

3.6. Dotación de Facturación

CONSUMOS UNITARIOS DE FACTURACIÓN (m³/cliente/mes)

MESES	CONSUMO UNITARIO DE FACTURACIÓN (m ³ /cliente/mes)					
	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Enero	21,0	20,8	19,3	21,8	19,7	21,6
Febrero	22,4	20,9	21,0	21,5	19,3	19,1
Marzo	20,7	20,4	19,8	17,8	19,0	19,6
Abril	19,0	18,4	20,5	17,0	16,8	16,3
Mayo	15,6	16,1	16,0	16,4	14,9	14,2
Junio	14,8	16,0	15,8	14,6	14,5	14,7
Julio	13,6	13,1	14,1	13,5	14,2	13,1
Agosto	13,3	13,4	13,2	14,1	13,8	13,4
Septiembre	15,0	15,9	14,1	13,8	14,4	14,4
Octubre	14,7	14,8	15,3	14,8	15,0	12,8
Noviembre	14,3	18,1	15,9	17,1	15,9	14,7
Diciembre	16,6	20,4	19,9	19,9	18,4	16,4
PROMEDIO	16,7	17,4	17,1	16,8	16,3	15,9

**CONSUMOS UNITARIOS DE FACTURACIÓN DESGLOSADOS
POR TIPO DE CLIENTE (m³/clientes/mes)**

Tipo de Cliente	Facturación (m ³)		Clientes (Nº) (promedio)		Consumo Unitario de Facturación (m ³ /Cliente/mes)	
	1997	1998	1997	1998	1997	1998
Residencial	1.636.047	1.752.915	10.325	10.675	13,2	13,7
Comercial	233.653	233.445	605	624	32,2	31,2
Industrial	20.029	30.379	23	25	71,2	101,8
Fiscal y Otros	327.592	366.476	108	112	251,6	271,6
TOTAL	2.217.321	2.383.215	11.062	11.436	16,7	17,4

3.7. Dotación de Consumo

Con los totales de los metros cúbicos facturados y la población abastecida, que es un valor que refleja el número de habitantes que tienen acceso al servicio de agua potable intradomiciliario, se calcula la dotación de consumo mediante la siguiente expresión:

$$\text{Dotación de Consumo} = \frac{(\text{Volumen Facturado Residenciales} + \text{Pérdidas Comerciales}) \times 1000 \text{ (L/hab/día)}}{\text{Población Abastecida} \times 365}$$

DOTACIÓN DE CONSUMO CLIENTES RESIDENCIALES

Año	Volumen Facturado Clientes Residenciales (m ³)	Pérdidas Comerciales (m ³) (1)	Total Volumen Consumido (m ³)	Clientes Residenciales (Nº)	Dotación de Consumo (Lt/Hab/día)
1997	1.636.047	346.019	1.982.066	10.325	124
1998	1.752.915	312.367	2.065.282	10.675	125

La dotación media de consumo, calculada como el promedio de las dotaciones de consumo de los años 1997 y 1998 es de 124,5 L/hab/día.

3.8. Coeficientes de Consumo

Para evaluar las capacidades de las obras, es de interés conocer la variación mensual diaria y horaria de los consumos medios de agua potable.

$$\text{Coeficiente Mes Máximo Consumo (CMMC)} = \frac{\text{Consumo máximo mensual}}{\text{Consumo medio mensual}}$$

COEFICIENTE MES MÁXIMO CONSUMO (CMMC)

MESES	VOLUMENES FACTURADOS (m3)			
	1996	1997	1998	1999
Enero	288.554	223.837	236.581	223.044
Febrero	213.765	239.087	237.769	242.402
Marzo	205.072	221.958	232.540	228.406
Abril	225.110	209.405	209.534	240.068
Mayo	157.641	172.734	183.946	188.107
Junio	145.801	164.598	183.382	185.431
Julio	139.261	150.591	149.366	165.480
Agosto	141.381	148.203	153.817	154.967
Septiembre	159.684	169.336	182.142	165.592
Octubre	166.231	166.493	169.314	179.042
Noviembre	173.190	162.030	208.902	186.387
Diciembre	221.804	189.049	235.922	233.989
TOTAL	2.237.494	2.217.321	2.383.215	2.392.915
Media Mensual	186.458	184.777	198.601	199.410
C.M.M.C	1,55	1,29	1,20	1,22
Coeficiente Mes Máximo Consumo				1,29

$$\text{Factor del Día de Máximo Consumo (F.D.M.C.)} = \text{CMMC} \times \text{C.D.M.C.}$$

En el presente estudio, para la determinaci3n del coeficiente del día de máximo consumo en el mes de máximo consumo (C.D.M.C.), se elegir el coeficiente 1,10, que corresponde a un valor usual obtenido de estadísticas de consumo para servicios similares.

$$\text{Luego, el Factor del Día de Máximo Consumo (F.D.M.C.)} = 1,29 \times 1,10 = 1,42$$

Con respecto al factor de la hora de máximo consumo (F.H.M.C.), se estima adecuado utilizar el coeficiente de variaci3n de consumo máximo horario normal en este tipo de proyecto.

$$\text{Factor de la Hora de Máximo Consumo (F.H.M.C.) adoptado} = 1,5$$

Con lo cual se tiene:

$$Q \text{ máximo diario} = \text{F.D.M.C.} \times Q \text{ medio producci3n} = 1,42 Q \text{ medio producci3n.}$$

$$Q \text{ máximo horario} = \text{F.H.M.C.} \times Q \text{ máximo diario} = 1,5 Q \text{ máx. diario.}$$

3.9. Caudales de Producción

Para el cálculo de los caudales de producción, se han tomado los datos entregados por el servicio de agua potable de Angol, para el período Enero de 1996 a Diciembre de 1998.

De acuerdo con los antecedentes expuestos en los puntos anteriores, se determinan las siguientes caudales de producción:

Facturación media año 1998:	75,6 l/s
Pérdidas en el sistema año 1998:	31,4%
Caudal de producción medio diario =	110,2 l/s
Caudal de producción máximo diario =	$1,42 \times 110,2 = 156,5$ l/s
Caudal de producción máximo horario =	$1,5 \times 156,5 = 234,8$ l/s

4. Operación General del Sistema

Como resumen general del sistema de agua potable de la Ciudad de Angol, se puede destacar lo siguiente:

El servicio cubre toda el área poblada y tiene una cobertura intradomiciliaria de un 99.98%; en la actualidad no presenta problemas en cuanto a la seguridad del suministro, ni tampoco en lo referente a su distribución a los centros de consumo.

Analizada cada una de las componentes del sistema de abastecimiento de agua potable, podemos concluir que las fuentes disponen en la cantidad suficiente para los requerimientos actuales del servicio, un aumento de la producción estaría limitado por la capacidad del sistema de elevación existente en el río Picoiquén, los déficit de demanda en verano se resolverían aprovechando este sistema productivo incrementando la capacidad de elevación, en tanto las demandas en el período de invierno es satisfecha sólo con las fuentes gravitacionales del estero Pellomenco y Fuente Elvira. La Empresa ESSAR dispone del respaldo legal para explotación de todas sus fuentes, los derechos de aprovechamiento inscritos satisfacen de sobra las demandas actuales.

Un aspecto muy importante a abordar para este servicio es definir un plan de disminución de las pérdidas registradas en el sistema para el año 1998, para lo cual se debe por una parte verificar para diferentes rangos de caudales la precisión del medidor de caudal con cual se registraría el volumen del agua producido, Por otro lado se debe efectuar una adecuada operación de las unidades de tratamiento especialmente lo referente a los lavados de filtros.

NOTA : En este capítulo se han considerado en los cálculos y cuadros, valores correspondientes a los años 1996 – 1999 por ser mas representativos de la situación futura, esto en atención a que en los últimos años ha existido una restricción en la demanda.

CAPITULO III

DIAGNOSTICO INFRAESTRUCTURA EXISTENTE DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS

1. Descripción General

El servicio de alcantarillado de aguas servidas de la ciudad de Angol data del año 1950 aproximadamente, corresponde a un sistema separado, cuya evacuación de los distintos sectores confluyen a colectores los que a su vez descargan en forma gravitacional a interceptores y confluyen la gran mayoría de las aguas recolectadas de la ciudad al emisario ubicado en avenida Colima el cual las dispone al río Vergara en un solo punto.

Existen algunos sectores en que las aguas servidas para ser evacuadas requieren de una planta elevadora que las impulsa a colectores interceptores que las conducen al mismo punto común de descarga señalado anteriormente.

En el extremo oriente de la ciudad existen el sector Huequén y el Barrio industrial, además de La población los Nogales y La Calan que descargan sus aguas servidas en forma independiente y gravitacional al Río Huequén.

Las aguas recolectadas de la ciudad de Angol no reciben ningún tipo de tratamiento previo a su disposición final a los cursos receptores, en este caso los ríos Vergara y Huequén.

2. COBERTURA DE SISTEMA

2.1. Cobertura del Sistema

De acuerdo a la información recopilada, la situación en Angol con respecto a la recolección de las aguas servidas domésticas es la siguiente:

Nº de clientes con alcantarillado (Diciembre de 2002):	12.184
Nº de clientes residenciales con alcantarillado (Dic. de 2002):	11.402
Nº de viviendas frente a colector sin conexión (Dic. de 2002):	244
Nº de viviendas sin colector de aguas servidas (Dic. de 2002):	330
Nº de viviendas área de concesión:	11.976
Población total Angol:	50.502 habitantes
Población saneada Angol:	48.081 habitantes

$$\text{Cobertura de servicio} = \frac{\text{Viviendas conectadas} + \text{Viviendas frente a red}}{\text{Viviendas totales}} = 98,0\%$$

2.2. Cobertura Efectiva

La cobertura efectiva corresponde a la relación entre el número de viviendas efectivamente conectadas al servicio de alcantarillado, con respecto al total de viviendas del área de concesión.

$$\text{Cobertura efectiva} = \frac{\text{Viviendas saneadas}}{\text{Viviendas totales}} = 95,2\%$$

2.3. Sectores Sin Red de Alcantarillado

Existen en la actualidad viviendas en distintos puntos en la ciudad de Angol que cuentan con colectores de aguas servidas pero que no se han conectado en conjunto suman un total de 244 viviendas aproximadamente.

2.4. Evolución de los Clientes de Alcantarillado

**EVOLUCIÓN DE CLIENTES DE ALCANTARILLADO
PERIODO 1995-2002**

AÑO	CLIENTES Nº	CRECIMIENTO EXPONENCIAL (%)
1995	9.193	--
1996	9.879	7,2
1997	10.658	7,9
1998	10.841	1,7
1999	11.051	1,9
2000	11.429	3,4
2001	11.897	4,1
2002	12.184	2,4

Del cuadro anterior se desprende que el servicio de alcantarillado ha experimentado un crecimiento del 4,6 % anual en su número de clientes en el período 1995-2002.

3. Descripción y Operación de la Red de Alcantarillado

Se describe a continuación la configuración de la red existente de aguas servidas, en primer lugar, dado lo extenso del sistema y para una mayor comprensión se abordara a nivel de sectores con sus respectivos colectores principales, posteriormente los colectores interceptores, plantas elevadoras y descargas, indicando además las condiciones operativas del conjunto detectadas durante la visita a terreno y/o informadas por personal de ESSAR S.A., Agencia Angol.

3.1. Redes de Colectores

De acuerdo al estudio "Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Aguas Servidas de Angol" realizado por la Oficina consultora Hidrosan y cuyas obras proyectadas en primera etapa fueron materializados en los años 1994 y 1995, el sistema de alcantarillado en la actualidad presenta una estructura básica conformada por siete sectores o áreas aportantes distribuidos de la siguiente forma:

- Sector Central.
- Sector El Rosario.
- Sector El Mirador.
- Sector Coñuñuco.
- Sector Alemania.
- Sector Trizano y Guacolda.
- Sector Barrio Industrial.
- Sector Huequén.

3.2. Colectores Interceptores

Se describen a continuación todos los colectores interceptores existentes materializados en los años 1994 y 1995.

- Interceptor El Retiro
- Interceptor El Rosario
- Interceptor El Mirador- Covadonga
- Interceptor Bío-Bío-El Loa
- Interceptor Guacolda-Planta O'Higgins
- Emisario

INTERCEPTOR	D (mm)	LONGITUD (m)	MATERIAL	PENDIENTE (1) (%)	SECTOR QUE SANEA (2)
El Retiro	250	1.170	Cem.-Asb.C-2000	3,5	Área El Retiro y El Cañón más Sector El Rosario.
	300	460	Cem.-Asb. C-2000	4,0	
El Rosario	250	214	Cem.-Asb.C- 2000	5	Sector El Rosario incluye Los Litres y Araucanía.
El Mirador	250	20	Cem. Asb C-2000	4,5	El Mirador
	250	155		4,5	
Bío Bío El Loa	250	202	PVC	5	Sector (calles Bío-Bío y El Loa)
	300	700	Cem.Asb.C-2000	5	
Guacolda	350	1400	Cem.Asb C-2000	2,8	Sector Trizano-Guacolda
	600	645	Cem.Asb. AU 10	2	Sector Central-Mirador
	700	180	Cem.Asb AU-10	2	Sector Alemania-Cuñoluco
Emisario	700		Cem.Asb.	3	

(1) Pendiente del tramo más desfavorable.

(2) E incluye áreas aportantes en su recorrido.

3.3. Plantas elevadoras e impulsiones

PLANTAS ELEVADORAS DE AGUAS SERVIDAS

NOMBRE	UBICACIÓN	EQUIPO DE ELEVACIÓN (1)	CAPACIDAD		SECTOR QUE SANEA	EQUIPO EMERGENCIA
			CAUDAL (l/s)	ALTURA (m)		
O'Higgins	Av.O'Higgins con Prat próxima a puente de acceso a Angol	Tres bombas sumergibles marca ABS	130	7	Sector central incluye El Retiro, Valparaíso, y sector El Rosario	NO
P.A. Cerda	Bunster con Colhue	Dos bombas sumergibles marca ABS	30	9	Sector El Rosario	NO

Los Litres	Sabelle con Dr. Gher	Dos bombas sumergibles marca ABS	18	15	Población Los Litres, extremo sur sector El Rosario	NO
Tucapel	Tucapel con Dieciocho	Dos bombas sumergibles ABS	4,3	9,6	Calle Tucapel	NO
Valparaíso	Llaima con Valparaíso	Dos bombas Gorman Rupp	8	14	Área norte sector central, Calle Valparaíso	SI

CARACTERÍSTICAS IMPULSIONES

IMPULSIÓN	MATERIAL	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (m)	CAPACIDAD (1) L/s	CÁMARA INSPECCIÓN QUE DESCARGA	COTAS	
						INICIO (2)	FINAL
O'Higgins	Acero e = 8mm	400	245	130	O'Higgins con J.L. Osorio (D=600 mm)	54,97	61,00
P.A Cerda	PVC-10	200	220	30	Prat con Bunster interceptor El Retiro D = 300 mm	57,08	64,62
Los Litres	PVC C-10	160	384	18	P. A. Cerda con El Rosario colector P.A. Cerda, D = 200 mm	57,16	68,87
Tucapel	PVC	110	130	8	Dieciocho con Colhue cañería de Colhue, D = 175 mm	S/I	S/I
Valparaíso	PVC C-10	110	134	8	Colo-Colo con Llaima colector D = 200 mm	68,85	76,2

3.4. Descargas

Actualmente, la red de alcantarillado de aguas servidas de Angol posee cuatro descargas una la de mayor importancia por el caudal aportante, sobre el 90% de la ciudad, evacua al río Vergara y las otras tres lo efectúan en distintos puntos al río Huequén; en todas las cuales se efectúan la disposición de las aguas recolectadas al cuerpo receptor, sin ningún tipo de tratamiento previo.

CARACTERÍSTICAS DE LAS DESCARGAS

DESCARGA Nº	CÁMARA INICIAL	MATERIAL	DIÁMETRO (mm)	CURSO RECEPTOR	SECTOR QUE SANEA
	Ubicación				
1	Industrias/Colima	cemento-asbesto	700	Río Vergara	Central-Rosario-Mirador-Coñofuoco-Alemania-Guacolda y Trizano
2	Puente Huequén	Acero	300	Río Huequén	Huequén
3	Prolon M. Carrera	Acero	250	Río Huequén	Barrio Industrial
4		cemento-asbesto	175	Río Huequén	Los Nogales (1)

Existe próxima a la población de Los Nogales una descarga particular proveniente del recinto de la Lechera Calán.

3.5. Operación del Sistema

En general, el estado del servicio es bueno gracias al mejoramiento del sistema que se realizó en el año 1995 y que se sigue implementando.

La capacidad del sistema de recolección para los caudales en tiempo seco es generalmente satisfactoria. El problema que tiene efecto en la capacidad en algunos sectores del sistema, es el producido por los volúmenes de aguas lluvias que pueden entrar al sistema, lo que resulta en el rebalse de aguas servidas por las cámaras de inspección.

Otros problemas operacionales lo constituyen los embancamientos, producto de obstrucciones de los colectores, principalmente por el mal uso que le dan los usuarios del sistema, al introducir basuras por las cámaras de inspección.

4.- CAUDALES DE AGUAS SERVIDAS

A objeto de establecer las condiciones generales que presentan los colectores principales, desde el último aporte hasta su descarga, se determinarán los caudales de aguas servidas actualmente porteadas para la situación de máximos instantáneos.

CAUDALES MEDIOS Y MÁXIMOS INSTANTÁNEOS TOTALES DE

Mes	U.D.	U.D.	Población	Facturación	Q medio A. S.	Caudal	Q aguas	Qinfil	Q
	1998	Residenciales	Servida (Hab.)	Alcantarillado (m ³)	(L/s) (1)	Máx. Inst. A.S. (L/s)	lluvias (L/s)	L/s	Total (L/s)
Ene	10.665	10.008	42.534	216.924	64,8	151,0	20,0	11,6	96,4
Feb	10.664	10.007	42.530	216.750	71,7	167,1	20,0	10,5	102,2
Mar	10.665	10.008	42.534	210.200	62,8	146,4	20,0	21,0	103,8
Abr	10.678	10.020	42.586	192.665	59,5	138,6	70,0	21,0	150,5
Mayo	10.714	10.054	42.730	171.047	51,1	119,0	70,0	47,3	168,4
Jun	10.724	10.063	42.770	167.881	51,8	120,6	70,0	52,5	174,3
Jul	10.729	10.068	42.789	138.455	41,4	96,4	70,0	52,5	163,9
Ago	10.732	10.071	42.801	143.786	42,9	99,9	70,0	36,8	149,7
Sept	10.740	10.078	42.833	171.053	52,8	122,9	70,0	26,3	149,1
Oct	10.733	10.072	42.805	157.631	47,1	109,6	40,0	21,0	108,1
Nov	10.832	10.165	43.200	193.486	59,7	138,8	20,0	15,8	95,5
Dic	10.841	10.173	43.236	215.824	64,5	149,9	20,0	15,8	100,3

5. VERIFICACIÓN DE COLECTORES Y EMISARIO

CONDICIONES DE OPERACIÓN COLECTORES INTERCEPTORES

Identif.	Tramo		D (mm)	I (%º)	Material	Qmáx Inst. (L/s)	Capacidad (L/s)		Excedente Máximo			
	Calle	Entre Calles					0,8D	0,94D	L/s	%		
El Retiro	Prat	PAC y Bunster Ilabaca y Pte Vergara	250	3,5	C.Asb 2000	13,2	40,6	44,7	31,5	70,4		
			300	4,0	C.Asb.2000	32,4	70,7	77,7	45,3	58,3		
El Rosario El Mirador Bio-Bío Loa	P.A. Cerda Colima La Frontera	Colhue-Acevedo-Industrias Loa y Colima	250	5,0	C.Asb.2000	19,2	48,6	53,5	34,3	64,2		
			250	4,5	C.Asb 2000	13,9	46,1	50,7	36,8	72,5		
			250	5,0	PVC	13,2	53,4	58,8	45,6	77,5		
Guacolda	Borde Río Rehue	Recabaren y J.L. Osorio	350	2,8	C.Asb 2000	27,4	89,2	98,1	70,7	72,1		
			Industria	Molina-Freire	600	2,0	AU-10	27,5	317,2	349,1	321,6	92,1
			Industria	Freire-Colima	700	2,0	AU-10	174,3	478,5	526,6	352,3	66,9

De la verificación anterior se desprende que los colectores interceptores y el emisario disponen de una capacidad más que suficiente para evacuar los caudales de aguas servidas de Angol.

6. INFRAESTRUCTURA DE LA RED EXISTENTE

Este punto se refiere a los activos que conforman de la red existente, cuya determinación se basa en la recopilación de antecedentes, informaciones de la Administración de Angol y visitas a terreno.

6.1. Tuberías

El cuadro siguiente entrega el resumen de las cañerías existentes clasificadas por diámetro y material.

DIÁMETROS (mm)	LONGITUD (m)				TOTAL
	Cemento Comprimido	Asbesto- Cemento	PVC	Acero	
150	--	--	--	152	152
175	52.559	--	--	--	52.559
180	--	--	19.834	--	19.834
200	19.908	411	6.723	136	27.178
250	3.314	3.008	240	--	6.562
300	2.578	513	--	--	3.091
350	164	1.577	--	--	1.741
400	393	83	--	--	476
500	869	--	--	--	869
600	--	603	--	--	603
700	--	316	--	--	316
TOTAL	79.785	6.511	26.797	288	113.381
(%)	70,4	5,7	23,6	0,3	100

6.2. Cámaras de Inspección

La red de aguas servidas de Angol posee actualmente 1.336 cámaras de inspección, las que se encuentran, en general, en buen estado de conservación.

7. TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL

Actualmente, los efluentes del sistema de recolección de aguas servidas de Angol son dispuestos a las aguas del río Vergara en su ribera oriente y al río Huequén, sin tratamiento previo.

CAPITULO IV**PROYECCIONES DE DEMANDAS****1. PROYECCION DE POBLACION****1.1 INTRODUCCION**

En el presente capítulo se ha desarrollado un análisis de la población urbana de la ciudad de Angol, considerando la situación actual y su comportamiento a futuro, utilizando proyecciones para un período de 25 años correspondiente al horizonte de previsión de las obras.

Sobre la base de antecedentes disponibles, referidos a la demografía y distribución geográfica actual, se han determinado las proyecciones globales y por sectores poblacionales para todo el período de previsión considerado, las que posteriormente se utilizaron para definir los caudales de diseño para los sistemas de agua potable y alcantarillado.

1.2. ANTECEDENTES**1.2.1. Antecedentes Generales**

Los antecedentes estadísticos de población, sus proyecciones futuras y la distribución considerada en el desarrollo del presente estudio, han sido obtenidos a partir de las siguientes fuentes:

- a) Datos Censales Históricos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Se han considerado los cinco últimos censos de población y vivienda, correspondientes a los años 1952, 1960, 1970 y 1982, así como los datos oficiales del censo de 1992 entregados por el mismo organismo.
- b) Plano Regulador Comunal vigente, aprobado por Decreto Supremo N° 161 de la Secretaria Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo, Región de La Araucanía, con fecha 2 de Noviembre de 1987, y publicado en el Diario Oficial del 10 de Diciembre de 1987, con modificaciones aprobadas por la Resolución N° 19 del mismo organismo, con fecha 12 de Mayo de 1992, y publicado en el Diario Oficial del 3 de Julio de 1992.
- c) Circular S.I.S.S. N° 1116 del 30/04/99 referida a la Información de Cobertura y Estimación de la población año 1998, Empresa *ESSAR S.A.*
- d) Datos de estimaciones realizadas en los siguientes estudios para la ciudad de Angol.
 - HIDROSAN-CHILE, *ESSAR S.A.* "Mejoramiento Integral del Sistema de Alcantarillado de la ciudad de Angol", 1988.
 - HIDROSAN-CHILE, *ESSAR S.A.* "Elaboración de los Planes de Desarrollo", 1992.

1.2.2. Antecedentes Históricos de Población y Viviendas

La proyección de la población urbana de la ciudad de Angol se ha efectuado a partir de la información histórica de los censos de población realizados por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). La secuencia estadística de los valores base corresponde a los últimos cinco censos, llevados a cabo en los años 1952, 1960, 1970, 1982 y 1992, además del valor correspondiente a 1998 informado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (S.I.S.S.) en su circular N° 1116. Estos antecedentes se presentan en los Cuadros IV.1 y IV.2.

**CUADRO IV.1
DATOS HISTÓRICOS DE POBLACIÓN URBANA
CIUDAD DE ANGOL**

AÑO	POBLACIÓN URBANA (Hab)	INCREMENTO MEDIO ANUAL (Hab/año)	TASA DE CRECIMIENTO (%)
1952	15.482	--	--
1960	20.057	571,9	3,24
1970	25.591	553,4	2,44
1982	31.076	457,1	1,62
1992	39.151	807,5	2,31
1998	45.869	1119,7	2,64

Nota: Los valores del año 1998 corresponden a una estimación de la S.I.S.S.

**CUADRO IV.2
POBLACIÓN Y VIVIENDAS URBANAS
CIUDAD DE ANGOL**

AÑO	POBLACIÓN (Hab)	VIVIENDAS (N°)	ÍNDICE HABITACIONAL (Hab/viv.)
1952	15.482	2.775	5,58
1960	20.057	3.772	5,32
1970	25.591	5.191	4,93
1982	31.076	6.836	4,55
1992	39.151	9.117	4,29
1998	45.869	10.790	4,25

Nota: Los valores del año 1998 corresponden a una estimación de la S.I.S.S.

1.2.3. Proyección de Población de Otros Estudios

Para la selección del método de proyección a adoptar como representativo del crecimiento de la población urbana de la ciudad en estudio, se ha considerado adicionalmente a los antecedentes censales, la estimación demográfica del estudio Mejoramiento Integral del Sistema de Alcantarillado de la Ciudad de Angol, elaborado por Hidrosan en 1988. Esta proyección se presenta en el Cuadro IV.3, y corresponde al estudio mencionado en el acápite 2.1 del presente capítulo.

CUADRO IV.3
PROYECCIONES DEMOGRÁFICAS DE ESTUDIOS ANTERIORES
CIUDAD DE ANGOL

AÑO	MEJORAMIENTO SISTEMA DE ALCANTARILLADO 1988	ELABORACIÓN DE LOS PLANES DE DESARROLLO 1992
1995	37.908	38.412
2000	40.713	41.485
2005	43.522	44.596
2010	47.329	47.829
2015	49.108	--
2020	51.809	--

En el Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado de 1988, Hidrosan consideró una proyección de crecimiento vegetativo con una tasa decreciente en el tiempo y con la población base correspondiente al año 1987 y que refleja la población real estimada por Hidrosan para dicho año. Por otro lado, la proyección adoptada en los Planes de Desarrollo, también consideró un crecimiento acorde a una tasa vegetativa decreciente en el tiempo hasta un mínimo de 1,45% para el periodo comprendido entre los años 2005 y 2010. Esta proyección de población considera como población base la del estudio "Mejoramiento Integral del Sistema de Alcantarillado de la Ciudad de Angol", para el año 1987.

1.2.4. Evolución de Clientes Residenciales

Debido a que el último dato confiable respecto al número de habitantes que dispone la ciudad de Angol data del año 1992 (XVI Censo Nacional de Población y V de Vivienda), es muy importante contar con información más actualizada acerca del desarrollo demográfico de la localidad.

Para esto se utilizará la información acerca de la evolución de clientes residenciales que ha experimentado el servicio de Angol en el período 1995-1999, ya que la Empresa de Servicios Sanitarios de La Araucanía controla permanentemente la cantidad de clientes a quienes otorga servicio. En el Cuadro IV.4 se presenta la evolución de esta magnitud en los últimos años, referida tanto a los valores totales como a los clientes residenciales.

CUADRO IV.4
EVOLUCIÓN DE CLIENTES RESIDENCIALES
SERVICIO DE ANGOL

AÑO	CLIENTES (Nº) ⁽¹⁾			CRECIMIENTO EXPONENCIAL %
	TOTALES	RESIDENCIALES	INCREMENTO ANUAL RESIDENCIAL	
1995	10.274	9.589		
1996	10.656	9.945	356	3,6
1997	11.383	10.625	680	6,6
1998	11.556	10.786	161	1,5
1999	11.743	10.953	167	1,5

(1) Datos al mes de Diciembre

De acuerdo con el cuadro anterior, el número de clientes residenciales de agua potable ha tenido una tasa media de crecimiento del orden de 3,32% anual, en el período comprendido entre los años 1995 y 1999, y con un incremento de 341 clientes residenciales por año.

1.2.5. Proyectos Inmobiliarios Privados de Corto y Mediano Plazo

En el Cuadro IV.5 se señalan las solicitudes de factibilidades de agua potable presentadas a ESSAR durante el año 1999.

CUADRO IV.5
FACTIBILIDADES DE AGUA POTABLE SOLICITADAS AÑO 1999
SERVICIO DE ANGOL

Nº	Ubicación	Aceptadas	Rechazadas	Motivo rechazo
1	Prolongación calle Dieciocho.		15	F.A.C.
2	Prolongación sur calle Isabel Riquelme.	217		
3	Regimiento Húsares General Bonilla.	17		
4	Prolongación norte pasajes C. Ibañez del Campo y G. Videla.	100		
5	Prolongación oriente calle Bunster.	30		
6	Final calle Valparaíso.	76		
7	Final calle La Esperanza.	24		
8	Dieciocho esq. Colo Colo.	100		
9	Prolongación norte calle Pedro Aguirre Cerda.	100		
10	Ocalindo con Gabriel González Videla.	160		
11	Prolongación sur calle Isabel Riquelme.	200		
12	Prolongación oriente calle Bunster	153		
13	Dieciocho esq. Colima.	150		
14	Ocalindo entre Tocopilla y Coquimbo.	44		
Totales viviendas aceptadas		1371		

F.A.C.: Fuera área de concesión.

Por otra parte, y según antecedentes proporcionados por el SERVIU Regional, se cuenta a la fecha con dos subsidios habitacionales en programa de viviendas progresivas para 23 y 18 viviendas en la ciudad, favoreciendo a los Comités "Trizano" y "La Esperanza", se contempla además la próxima construcción de 200 viviendas básicas y progresivas. Se espera la ejecución de dichos planes habitacionales en el corto plazo (hasta el primer trimestre del año 2000).

1.3. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN URBANA

1.3.1. Introducción

Las proyecciones de la población se han efectuado mediante los métodos matemáticos tradicionales correspondientes a las proyecciones aritmética, geométrica, vegetativa y parabólica, teniendo como base el Cuadro IV.1, que se refiere a los antecedentes históricos de demografía, y la estimación poblacional de la S.I.S.S.

La proyección de crecimiento adoptada ha considerado la observación directa en terreno en cuanto a las posibilidades del desarrollo urbano de la ciudad, los planes futuros

según las factibilidades solicitadas y la evolución del número de clientes residenciales en el servicio de Angol.

Por otra parte, para la conversión de población a clientes residenciales de agua potable, se considerará un índice habitacional decreciente en el tiempo, basado en la evolución histórica del índice de habitantes por vivienda, que en la mayoría de los sistemas disminuye a través del tiempo. Sin embargo, en sistemas donde la evolución histórica del índice habitacional es creciente, situación que contradice la tendencia normal, éste índice se mantendrá constante e igual al valor informado por la S.I.S.S. en su circular N° 1116. Para el año 1999, se adoptará el índice informado por la S.I.S.S. en la circular antes mencionada.

Tal disminución en el tiempo del índice habitacional, se ha limitado a un mínimo de 3,5 habitantes por vivienda, para localidades denominadas "No Balnearios" y de 3,0 habitantes por vivienda para localidades "Balnearios", ya que valores menores a los señalados pueden estar influenciados por situaciones transitorias.

1.3.2. Proyecciones Matemáticas

En el Cuadro IV.6 se presentan los valores de los parámetros de cada tipo de proyección que se han obtenido al ajustar los datos censales y la estimación de 1998 de la S.I.S.S, a cada una de las fórmulas analizadas. En el mismo cuadro se han incluido las proyecciones de población de acuerdo a cada tendencia a lo largo del horizonte definido.

En la Figura IV.1 se presenta la tendencia del crecimiento observada en la ciudad de Angol, hasta el año 1998, fecha a partir de la cual se han trazado las curvas resultantes de las diferentes proyecciones elaboradas, además de la adoptada por Hidrosan en 1988 (Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado).

CUADRO IV.6
PROYECCIÓN DE POBLACIÓN URBANA
CIUDAD: ANGOL
REGIÓN DE LA ARAUCANIA

			ARITMÉTICA $P_n = P_o + an$	GEOMÉTRICA $P_n = P_o \cdot (1+a)^n$	VEGETATIVA $P_n = P_o (1+an)$	PARABÓLICA $a+bn+cn^2$
AÑO	N	DATOS CENSALES (hab)	INCREMENTO ANUAL $a^{(1)}$	TASA GEOMÉTRICA $a^{(2)}$	TASA VEGETATIVA $a^{(3)}$	$a, b, c^{(4)}$
1952	0	15.482				
1960	8	20.057	572	3,29	3,69	--
1970	18	25.591	553	2,47	2,76	--
1982	30	31.076	457	1,63	1,79	--
1992	40	39.151	808	2,34	2,60	--
1998	46	45.869	1.120	2,67	2,86	--
VALORES ADOPTADOS		A	1.120	2,67	2,86	31.076
CONSTANTES		B	--	--	--	612,4
		C	--	--	--	19,510
AÑO	N	$n^{(5)}$	PROYECCIONES			
1998	0	16	45.869	45.869	45.869	45.869
1999	1	17	46.989	47.096	47.181	47.125
2000	2	18	48.108	48.355	48.493	48.421
2005	7	23	53.707	55.177	55.052	55.482
2010	12	28	59.305	62.961	61.611	63.519
2015	17	33	64.903	71.843	68.169	72.532
2020	22	38	70.502	81.978	74.728	82.520
2025	27	43	76.100	93.543	81.287	93.484

Notas:

(1) (2) y (3) Para la proyecciones Aritmética, Geométrica y Vegetativa se usó el último periodo (1998)

(4) Las constantes a, b y c de la proyección parabólica se obtuvieron con los datos correspondientes a los años 1982, 1992 y 1998.

$n^{(5)}$ Año de referencia para la proyección parabólica.

NOTA: Al igual que en el capítulo II se han utilizado valores de años 1996 - 1999

1.3.3. Proyección de la Población Adoptada

Según se aprecia en la Figura IV.1, la población de Angol presenta un sostenido crecimiento en el tiempo, caracterizado por la uniformidad de la tendencia en los primeros años de análisis y un leve aumento de la tasa de crecimiento en los dos últimos períodos en que se dispone de antecedentes.

Las proyecciones calculadas más representativas del comportamiento histórico de la población son las curvas parabólica, geométrica y vegetativa, las que tienen un comportamiento similar en el primer período del horizonte de análisis. De éstas, la proyección vegetativa es la que presenta magnitudes demográficas más conservadoras al final del período. En cuanto a la estimación aritmética, ésta no sigue una tendencia razonable por cuanto produce una discontinuidad en la forma del crecimiento, al subdimensionar el número de habitantes urbanos.

La proyección adoptada en el estudio Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado de 1988, aparece vinculada a la proyección matemática vegetativa con tasas de crecimiento decrecientes, y se aprecia subvalorada con relación a las proyecciones aquí calculadas. Sin embargo, lo anterior se produce dado que la proyección a la que se refiere este párrafo no contó con la información del censo de 1992. De igual manera, la proyección de población adoptada en el Plan de Desarrollo de la Ciudad de Angol, aparece vinculada a una proyección vegetativa con tasas de crecimiento decrecientes en el tiempo, pero levemente superiores a las tasas de crecimiento utilizadas en el estudio de Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado de 1988.

En cuanto al desarrollo económico de Angol, se tiene que esta ciudad vive principalmente del comercio, servicios, transporte, educación y otros del tipo terciario, es decir, no se prevé una alta tasa de crecimiento ante la ausencia de actividades productoras que ocupan gran cantidad de mano de obra, como industrias o plantaciones de frutales de exportación.

Con relación al número de viviendas actuales, en Angol existen 13 factibilidades aprobadas durante el año 1999, que involucran un total de 1371 viviendas, además están las 23 y 18 viviendas otorgadas a los comités "Trizano" y "La Esperanza" respectivamente y la construcción de las 200 viviendas básicas y progresivas. Estos proyectos, que deberían desarrollarse en el corto o mediano plazo, representan un aumento de la oferta habitacional, con lo que se presume que el comportamiento poblacional de la ciudad seguirá manifestando tendencias crecientes. Se debe considerar también, que las obras mencionadas anteriormente deberían materializarse en etapas constructivas, redistribuyendo en parte la población de la localidad.

Además, está el antecedente de que al servicio de agua potable de Angol se incorporaría anualmente un promedio de 341 nuevos clientes residenciales, valor determinado sobre la base del crecimiento medio de 3,32%, observado durante el período 1995-1999, considerando incluso el explosivo crecimiento ocurrido entre los años 1996 y 1997 (680 clientes residenciales).

Sobre la base de lo expuesto se ha considerado razonable adoptar la proyección vegetativa dado que su representación se ajusta en forma adecuada a los datos históricos. La tasa incremental correspondiente a la tendencia escogida ha resultado igual a 2,86% anual. Esta proyección representa un aumento demográfico sostenido en el tiempo, sin sobrestimar en exceso las poblaciones futuras y corresponde a la tercera más optimista durante los cinco primeros años en estudio. Esta situación representa el crecimiento estimado, con un incremento de 269 clientes residenciales por año. Las proyecciones parabólica y geométrica se descartan por ser excesivamente optimistas en base a los antecedentes históricos de la localidad.

En el Cuadro IV.7.- se muestran los índices habitacionales que se han considerado para los distintos años de análisis, de acuerdo a la tendencia histórica.

**CUADRO IV.7.-
ÍNDICES HABITACIONALES FUTUROS
CIUDAD DE ANGOL**

AÑO	ÍNDICE HABITACIONAL (Hab/Viv)
1999	4,25
2000	4,25
2005	4,13
2010	4,05
2015	4,01
2020	3,97
2025	3,93

En el Cuadro IV.8.- se entregan los valores totales de población y el número de clientes que tendría la ciudad de Angol utilizando la proyección adoptada a partir del año 2000, para el año 1999 se considera la población como el número de clientes residenciales (valor a Diciembre de 1999) más las viviendas sin conexión, ambas cantidades multiplicadas por el índice habitacional adoptado. Para el cálculo de clientes totales en todo el periodo de previsión, se ha utilizado la misma proporción respecto a clientes residenciales obtenida a Diciembre de 1999.

En el Cuadro antedicho, se ha incluido una estimación del crecimiento de la población fuera del área de concesión sanitaria de la ESSAR S.A., en consideración a las factibilidades rechazadas por el mismo motivo durante el presente año y al incipiente grado de urbanización que presentan ciertos sectores ubicados fuera del área de atención actual de la ESSAR S.A. La zona que formaría parte de este crecimiento se ubicaría preferentemente en los sectores norte y suroriente de la ciudad.

Por su parte, en la Figura IV.2 se han representado las curvas de crecimiento tanto de la población como de los clientes residenciales y totales estimados, en ambos casos correspondientes al área de concesión actual.

**CUADRO IV.8
PROYECCIÓN DE POBLACIÓN ADOPTADA
CIUDAD: ANGOL**

AÑO	POBLACIÓN				CLIENTES DENTRO DE ÁREA DE CONCESIÓN (Nº) (1)		Ind.hab. (Hab/Viv)
	TOTAL P. VEGET. (Hab)	DENTRO ÁREA CONCESIÓN (Hab)	DENTRO ÁREA CONCESIÓN ABASTECIDA (Hab)	FUERA ÁREA CONCESIÓN (Hab)	RESIDENCIALES	TOTALES	
1999	46.559	46.559	46.550	0	10.953	11.743	4,25
2000	48.493	48.288	48.288	205	11.362	12.181	4,25
2001	49.804	49.395	49.395	410	11.688	12.531	4,23
2002	51.116	50.502	50.502	614	12.019	12.885	4,20
2003	52.428	51.609	51.609	819	12.353	13.243	4,18
2004	53.740	52.716	52.716	1.024	12.690	13.606	4,15
2005	55.052	53.823	53.823	1.229	13.032	13.972	4,13
2006	56.363	54.930	54.930	1.433	13.352	14.315	4,11
2007	57.675	56.037	56.037	1.638	13.674	14.660	4,10
2008	58.987	57.144	57.144	1.843	13.999	15.009	4,08
2009	60.299	58.251	58.251	2.048	14.326	15.360	4,07
2010	61.611	59.358	59.358	2.252	14.656	15.713	4,05
2011	62.922	60.465	60.465	2.457	14.959	16.038	4,04
2012	64.234	61.572	61.572	2.662	15.263	16.364	4,03
2013	65.546	62.679	62.679	2.867	15.569	16.691	4,03
2014	66.858	63.786	63.786	3.072	15.875	17.020	4,02
2015	68.169	64.893	64.893	3.276	16.183	17.350	4,01
2016	69.481	66.000	66.000	3.481	16.492	17.681	4,00
2017	70.793	67.107	67.107	3.686	16.802	18.014	3,99
2018	72.105	68.214	68.214	3.891	17.113	18.348	3,99
2019	73.417	69.321	69.321	4.095	17.426	18.683	3,98
2020	74.728	70.428	70.428	4.300	17.740	19.020	3,97
2021	76.040	71.535	71.535	4.505	18.055	19.358	3,96
2022	77.352	72.642	72.642	4.710	18.372	19.697	3,95
2023	78.664	73.749	73.749	4.914	18.690	20.038	3,95
2024	79.976	74.856	74.856	5.119	19.009	20.380	3,94
2025	81.287	75.963	75.963	5.324	19.329	20.723	3,93

(1) Datos a Diciembre de cada año.

1.4. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN

1.4.1. Metodología

Para conocer los consumos de agua potable, ha sido necesario realizar previamente un estudio del crecimiento y de la distribución de la población urbana, dado que sus valores no son completamente representativos al considerar sólo las características medias de la ciudad.

Para atender apropiadamente este aspecto, se ha analizado la distribución de la población urbana total, a nivel de sectores homogéneos, en cuanto a tipo de edificación, y a sus características más relevantes para los efectos de consumos de agua potable.

Para el análisis de las distribuciones de población, actuales y futuras de la ciudad, se tomaron como base los siguientes antecedentes:

- Límite urbano de acuerdo al Plano Regulador Vigente, del 2/11/1987.
- Modificación al límite Urbano, con fecha 12/05/1992
- Potenciales áreas de expansión dentro y fuera del límite urbano.
- Límite de área de concesión de los servicios de agua potable y alcantarillado administrados por *ESSAR S.A.*

Con estos antecedentes, se procedió en primer término a determinar los sectores poblacionales, con sus respectivas densidades poblacionales actuales.

Posteriormente, se proyectaron a futuro las poblaciones y densidades para cada sector. Estas proyecciones consideraron, en general, las condiciones propias del sector y sus características comparativas, en cuanto a incentivos para la edificación, factibilidad de abastecimiento de agua potable y saneamiento de alcantarillado, ubicación geográfica, vías de comunicación, niveles socioeconómicos, etc.

La proposición de la distribución de la población de todos los sectores, con sus respectivas densidades poblacionales, se ha hecho coincidir con la proyección global de la población ubicada dentro del área de concesión sanitaria de la *ESSAR S.A.*, por lo que las tasas de crecimiento de cada sector deben reflejar, en términos comparativos, su mayor o menor crecimiento esperado, respecto al total del sistema en análisis. En consecuencia no se incluirá en la distribución de la población por sectores, aquella ubicada fuera del área de concesión sanitaria de la *ESSAR S.A.*, la que se incorporaría eventualmente al sector poblacional más próximo.

1.4.2.- Distribución Actual de la Población

Para el estudio de la población, en cuanto a su distribución actual y futura dentro del área de análisis, se han considerado las zonas propuestas en la actualización del PRC. En el Cuadro IV.9 se presenta la información demográfica correspondiente a cada uno de ellos.

CUADRO IV.9
SECTORIZACIÓN POBLACIONAL URBANA AÑO 1999
CIUDAD: ANGOL

Sector	Superficies (Has)			Población Hab.	Viviendas Nº	Índice Habitacional (Hab/Viv)	Densidad (Hab/Has)	
	Habitada	Expansión	Total				S. Habitada	S. Total
Z - 1	132,47	0,0	132,47	8.196	1.928	4,25	61,9	61,9
Z - 2	144,17	0,48	144,65	5.400	1.271	4,25	37,5	37,3
Z - 3	442,11	64,92	507,03	14.973	3.524	4,25	33,9	29,5
Z - 4	107,64	452,38	560,02	8.706	2.048	4,25	80,9	15,5
Z - 5	142,14	219,04	361,18	9.284	2.184	4,25	65,3	25,7
Z - AV	66,30	38,95	105,25					
TOTAL	1.034,83	775,77	1.810,60	46.559	10.955	4,25	55,9	34,0

Las principales características de los sectores definidos se presentan a continuación:

Z-1 Centro Histórico

Corresponde al casco urbano originario de la ciudad de Angol, en el que se busca conservar fundamentalmente la configuración espacial urbana, tanto en la estructuración del damero, como en la volumetría, alturas y perfil espacial de las calles. Aspectos que si bien se protegen mediante normas urbanísticas, debiesen ser reforzados mediante la posterior formulación de normas arquitectónicas y morfológicas a través de Planos Seccionales.

Z-2 Eje Bernardo O'Higgins

El eje B. O'Higgins es la vinculación funcional que se ha estructurado entre el acceso intercomunal y el centro histórico; lo que ha conformado un centro equipado desplazado que ya el IPT anterior reconoce y fomenta. Esta función se mantiene, con especial acento en el emplazamiento de equipamiento, con una mayor intensidad de uso que el centro histórico, manteniendo la direccionalidad del eje, es decir, ordenado en función de la vía.

Z-3 Residencial Mixta Densidad Media

Comprende gran parte del sector residencial hoy consolidado, mayoritariamente con vivienda social o conjuntos habitacionales de edificación simultánea. Ésta conserva su configuración espacial de baja altura pero con densidades de 250hab/ha, permitiendo el emplazamiento de actividades productivas inofensivas del tipo industrial y todo tipo de equipamiento. Es el área destinada a contener mayoritariamente la demanda de suelo residencial de uso intensivo.

Z-4 Residencial Mixta Densidad Baja

Correspondiente a la extensión hacia el pie de monte norte, poniente y sur, principalmente con el sentido de controlar el proceso de cambio de uso de

suelo rural, orientándole a una residencia de baja intensidad, con densidades de 50 hab/ha y baja altura. Gran parte de esta zona se encuentra bajo áreas de restricción por remoción en masa o rodados, donde sólo son aplicables las normas de edificación mediante obras de mitigación sobre la base de estudios fundados.

Z-5 Residencial Mixta Productiva

Si bien se trata de una zona residencial mixta; se postula a una menor intensidad de uso que la Z-3, aumentando la subdivisión mínima a 300m² (residencial) y bajando la densidad a 160hab/ha. Es la zona de contacto con el río y donde opera el aeródromo.

1.4.3. Distribución Futura de la Población

Las proyecciones de distribución de la población han considerado las condiciones propias del sector, sus características de agua potable y saneamiento de alcantarillado, ubicación geográfica, vías de comunicación y niveles socioeconómicos de los habitantes.

Por otro lado, la proyección global de población de la ciudad de Angol ubicada dentro del área de concesión sanitaria de la ESSAR S.A., deberá corresponder a la suma de proyecciones a nivel de sectores, por lo que las tasas de crecimiento de cada sector deben reflejar en términos comparativos su mayor o menor crecimiento esperado respecto al total del sistema en análisis. En consecuencia, no se incluirá en la distribución futura de la población en los sectores definidos, aquella ubicada fuera del área de atención sanitaria actual de la ESSAR S.A., la que se incorporaría eventualmente a los sectores urbanos ZU-3 y ZU-8.

1.4.3.1. Áreas de Expansión y Restricción

En la Figura IV.3, se señalan los sectores actualmente habitados, las zonas de expansión y las áreas de restricción de la ciudad de Angol.

Con respecto a las áreas de expansión, las magnitudes correspondientes fueron incorporadas al Cuadro IV.9, y se relacionaron con los sectores poblacionales colindantes.

1.4.3.2. Densidades Actuales y Futuras de Población

Sobre la base de la superficie actualmente habitada y las características generales de cada sector, se ha efectuado una estimación de la densidad poblacional actual para el año 1999. Estos valores, que se han asumido válidos para el mes de Diciembre, se han definido en concordancia con los antecedentes demográficos que maneja la S.I.S.S. para la ciudad. La densidad futura, por su parte, se ha estimado siguiendo la tendencia del crecimiento poblacional de cada zona, hasta alcanzar niveles promedio.

En el Cuadro IV.10 se presentan las densidades poblacionales actuales y futuras para los sectores anteriormente definidos.

CUADRO IV.10
DENSIDADES POBLACIONALES ACTUALES Y FUTURAS
SECTORES URBANOS ÁREA DE CONCESIÓN ESSAR S.A.
CIUDAD DE ANGOL

Sector	AÑO 1999			AÑO 2025		
	Sup. Hab. (Há)	Densidad (Hab/Há)	Población (Hab)	Sup. Hab. (Há)	Densidad (Hab/Há)	Población (Hab)
Z - 1	132,47	61,9	8.196	132,47	106,3	14.077
Z - 2	144,17	37,5	5.400	144,17	85,2	12.281
Z - 3	442,11	33,9	14.973	442,11	47,2	20.853
Z - 4	107,64	80,9	8.706	107,64	135,5	14.587
Z - 5	142,14	65,3	9.284	142,14	106,7	15.165
Z - AV	66,30			66,30		
TOTAL	1.034,83	55,9	46.559	1.034,83	96,2	75.963

1.4.3.3. Proyección de Población y Viviendas por Sectores

La proyección de población se ha realizado sobre la base de las densidades futuras estimadas para cada sector poblacional, para los años 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 y 2025 abarcando así el horizonte de expansión del presente estudio. Se ha considerado también, un índice habitacional decreciente en el tiempo, tal como se aprecia en el Cuadro IV.7.-.

A partir del índice habitacional adoptado para cada año, se ha realizado la estimación de población dentro del área de concesión actual, para los sectores poblacionales definidos. En los cuadros siguientes se presentan las distribuciones obtenidas para distintos años en el horizonte temporal considerado.

CUADRO IV.11
DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN POR SECTORES POBLACIONALES
ÁREA DE CONCESIÓN ESSAR S.A.
CIUDAD: ANGOL
AÑO 1999

Sector	Superficies (Has)			Población Hab.	Viviendas Nº	Índice Habitacional (Hab/Viv)	Densidad (Hab/Has)	
	Habitada	Expansión	Total				S. Habitada	S. Total
Z - 1	132,47	0,0	132,47	8.196	1.928	4,25	61,9	61,9
Z - 2	144,17	0,48	144,65	5.400	1.271	4,25	37,5	37,3
Z - 3	442,11	64,92	507,03	14.973	3.524	4,25	33,9	29,5
Z - 4	107,64	452,38	560,02	8.706	2.048	4,25	80,9	15,5
Z - 5	142,14	219,04	361,18	9.284	2.184	4,25	65,3	25,7
Z - AV	66,30	38,95	105,25					
TOTAL	1.034,83	775,77	1.810,60	46.559	10.955	4,25	55,9	34,0

CUADRO IV.12
DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN POR SECTORES POBLACIONALES
ÁREA DE CONCESIÓN ESSAR S.A
CIUDAD: ANGOL
AÑO 2000

Sector	Superficies (Hás)			Población Hab.	Viviendas Nº	Índice Habitacional (Hab/Viv)	Densidad (Hab/Hás)	
	Habitada	Expansión	Total				S. Habitada	S. Total
Z - 1	132,47	0,0	132,47	8.542	2.010	4,25	64,5	64,5
Z - 2	144,17	0,48	144,65	5.746	1.352	4,25	39,9	39,7
Z - 3	442,11	64,92	507,03	15.318	3.604	4,25	34,6	30,2
Z - 4	107,64	452,38	560,02	9.052	2.130	4,25	84,1	16,2
Z - 5	142,14	219,04	361,18	9.630	2.266	4,25	67,8	26,7
Z - AV	66,30	38,95	105,25					
TOTAL	1.034,83	775,77	1.810,60	48.288	11.362	4,25	58,2	35,5

CUADRO IV.13
DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN POR SECTORES POBLACIONALES
ÁREA DE CONCESIÓN ESSAR S.A.
CIUDAD: ANGOL
AÑO 2005

Sector	Superficies (Hás)			Población Hab.	Viviendas Nº	Índice Habitacional (Hab/Viv)	Densidad (Hab/Hás)	
	Habitada	Expansión	Total				S. Habitada	S. Total
Z - 1	132,47	0,0	132,47	9.649	2.319	4,13	72,8	72,8
Z - 2	144,17	0,48	144,65	6.853	1.642	4,13	47,5	47,4
Z - 3	442,11	64,92	507,03	16.425	3.959	4,13	37,2	32,4
Z - 4	107,64	452,38	560,02	10.159	2.529	4,13	94,4	18,1
Z - 5	142,14	219,04	361,18	10.737	2.583	4,13	75,5	29,7
Z - AV	66,30	38,95	105,25					
TOTAL	1.034,83	775,77	1.810,60	53.823	13.032	4,13	65,5	40,1

CUADRO IV.14
DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN POR SECTORES POBLACIONALES
ÁREA DE CONCESIÓN ESSAR S.A.
CIUDAD: ANGOL
AÑO 2010

Sector	Superficies (Hás)			Población Hab.	Viviendas Nº	Índice Habitacional (Hab/Viv)	Densidad (Hab/Hás)	
	Habitada	Expansión	Total				S. Habitada	S. Total
Z - 1	132,47	0,0	132,47	10.756	2.656	4,05	81,2	81,2
Z - 2	144,17	0,48	144,65	7.960	1.965	4,05	55,2	55,1
Z - 3	442,11	64,92	507,03	17.532	4.329	4,05	39,7	34,6
Z - 4	107,64	452,38	560,02	11.266	2.782	4,05	79,3	20,1
Z - 5	142,14	219,04	361,18	11.844	2.924	4,05	83,3	32,8
Z - AV	66,30	38,95	105,25					
TOTAL	1.034,83	775,77	1.810,60	59.358	14.656	4,05	67,7	44,8

CUADRO IV.15
DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN POR SECTORES POBLACIONALES
ÁREA DE CONCESIÓN ESSAR S.A.
CIUDAD: ANGOL
AÑO 2015

Sector	Superficies (Hás)			Población Hab.	Viviendas Nº	Índice Habitacional (Hab/Viv)	Densidad (Hab/Hás)	
	Habitada	Expansión	Total				S. Habitada	S. Total
Z - 1	132,47	0,0	132,47	11.863	2.958	4,01	89,6	89,6
Z - 2	144,17	0,48	144,65	9.067	2.261	4,01	62,9	62,7
Z - 3	442,11	64,92	507,03	18.639	4.648	4,01	42,2	36,8
Z - 4	107,64	452,38	560,02	12.373	3.086	4,01	114,9	22,1
Z - 5	142,14	219,04	361,18	12.951	3.230	4,01	91,1	35,9
Z - AV	66,30	38,95	105,25					
TOTAL	1.034,83	775,77	1.810,60	64.893	16.183	4,01	80,1	49,4

CUADRO IV.16
DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN POR SECTORES POBLACIONALES
ÁREA DE CONCESIÓN ESSAR S.A.
CIUDAD: ANGOL
AÑO 2020

Sector	Superficies (Hás)			Población Hab.	Viviendas Nº	Índice Habitacional (Hab/Viv)	Densidad (Hab/Hás)	
	Habitada	Expansión	Total				S. Habitada	S. Total
Z - 1	132,47	0,0	132,47	12.970	3.267	3,97	97,9	97,9
Z - 2	144,17	0,48	144,65	10.174	2.563	3,97	70,6	70,3
Z - 3	442,11	64,92	507,03	19.746	4.974	3,97	44,7	38,9
Z - 4	107,64	452,38	560,02	13.480	3.395	3,97	125,2	24,1
Z - 5	142,14	219,04	361,18	14.058	3.541	3,97	98,9	38,9
Z - AV	66,30	38,95	105,25					
TOTAL	1.034,83	775,77	1.810,60	70.428	17.740	3,97	87,5	54,0

CUADRO IV.17
DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN POR SECTORES POBLACIONALES
ÁREA DE CONCESIÓN ESSAR S.A.
CIUDAD: ANGOL
AÑO 2025

Sector	Superficies (Hás)			Población Hab.	Viviendas Nº	Índice Habitacional (Hab/Viv)	Densidad (Hab/Hás)	
	Habitada	Expansión	Total				S. Habitada	S. Total
Z - 1	132,47	0,0	132,47	14.077	3.531	3,93	106,3	106,3
Z - 2	144,17	0,48	144,65	12.281	3.074	3,93	85,2	84,9
Z - 3	442,11	64,92	507,03	20.853	5.255	3,93	47,2	41,1
Z - 4	107,64	452,38	560,02	14.587	3.661	3,93	135,5	26,0
Z - 5	142,14	219,04	361,18	15.165	3.808	3,93	106,7	41,9
Z - AV	66,30	38,95	105,25					
TOTAL	1.034,83	775,77	1.810,60	75.963	19.329	3,93	96,2	60,0

2. PROYECCION DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.

2.1.- INTRODUCCION

Se requiere, en estos Planes de Desarrollo, plantear y evaluar las alternativas que permitan cubrir el crecimiento proyectado del servicio sanitario dentro del área de concesión que la ESSAR S.A. posee en Angol, proporcionando un nivel de atención adecuado de acuerdo a la normativa vigente.

Para ello es necesario conocer la proyección de la demanda de agua potable y alcantarillado que tendrá la ciudad en función del estudio de población desarrollado en el capítulo anterior.

La información básica que se utiliza para estas proyecciones es: consumos facturados, estudios de población, antecedentes de los sectores poblacionales e información recopilada en terreno.

Con el objetivo de estructurar esta información, se procede a definir los niveles de consumo por categoría de usuarios y sectores de población.

En este caso, las categorías de usuarios dicen relación con residenciales, comerciales, industriales, especiales-fiscales; en tanto que los sectores de población corresponden según nivel de ingreso o características definidas de acuerdo al emplazamiento dentro de la ciudad.

De esta forma, es posible obtener en el corto y largo plazo, los consumos esperados y los niveles de dotación asociados.

Las demandas proyectadas se calcularán para los próximos 25 años, periodo de previsión de las obras, es decir hasta el año 2025.

2.- METODOLOGIA

La metodología para determinar los requerimientos de consumos futuros anuales ($m^3/año$), se realiza proyectando primeramente el consumo medio unitario o cantidad demandada unitaria, expresada en $m^3/cliente/mes$, y por otro lado el número de clientes en función de la proyección de población.

2.2.1.- Consumos Unitarios Actuales

Este parámetro se determina en forma global con los registros de consumos totales medios y números de clientes de la ciudad. Esta información se analiza por tipo de consumo existente en la ciudad y se tomó como base los registros de los años 1996 a 1999, en facturación y clientes, adoptando el siguiente procedimiento:

- Número de clientes y consumo desglosado por tipo (residencial, comercial, industrial, fiscal y otros) para los años 1996 a 1999.
- Con los datos anteriores se obtienen los consumos totales (m³/año) y el consumo unitario (m³/cliente/mes) según tipo de cliente.

2.2.2.- Consumos Unitarios Futuros

Para proyectar el consumo medio unitario para todo tipo de usuario, se considerarán los efectos combinados de las políticas tarifarias, el nivel de ingreso de los usuarios, calidad del agua, mejoramiento del servicio y la existencia del servicio de alcantarillado.

2.2.3.- Proyección Número de Clientes

Para proyectar el número de clientes se analiza, para cada sector el nivel de consumo, considerando los siguientes datos:

- Población actual (1999) y futura.
- Número de viviendas.
- Índice de hab/arranques y hab/viv.
- Densidad de hab/hás.
- Dotación de consumo actual y sin restricción

3.- ANTECEDENTES PARA LA DETERMINACION DE LA DOTACION DE CONSUMO

A continuación se presentarán antecedentes respecto a los volúmenes facturados y el número de clientes en el servicio de Angol, de tal forma que se aprecie la evolución y comportamiento histórico de los últimos años.

Los datos que a continuación se señalan, se abordan en detalle en el Capítulo II del presente informe.

3.1.- Consumo Unitario de Facturación Global

En el cuadro siguiente y a modo de información se entregan los consumos medios unitarios observados en el Servicio de Angol, para el período 1996-1999.

**CUADRO V.1.-
CONSUMOS UNITARIOS DE FACTURACION
SERVICIO DE ANGOL**

AÑO	CLIENTES TOTALES Nº (1)	FACTURACION (m³)	CONSUMO UNITARIO (m³/Cliente/mes)
1996	10.459	2.237.494	17,8
1997	11.062	2.217.321	16,7
1998	11.436	2.383.215	17,4
1999	11.701	2.392.915	17,0

(1) Promedio anual.

Del cuadro anterior se aprecia que el consumo histórico medio unitario va disminuyendo casi linealmente.

Los consumos unitarios del cuadro V.1.- deben ser desglosados por tipo de clientes, a raíz que existe bastante dispersión entre ellos.

En el cuadro V.2.- se muestran los consumos unitarios por tipo de clientes con las estadísticas disponibles hasta diciembre de cada año.

**CUADRO V.2.-
CONSUMOS UNITARIOS DE FACTURACION DESGLOSADOS
POR TIPO DE CLIENTE (m³/clientes/mes)
SERVICIO DE ANGOL**

Tipo de Cliente	Facturación (m ³)				Clientes (Nº) (promedio)				Consumo Unitario de Facturación (m ³ /Cliente/mes)			
	1996	1997	1998	1999	1996	1997	1998	1999	1996	1997	1998	1999
Residencial	1.670.676	1.636.047	1.752.915	1.757.692	9.711	10.325	10.675	10.919	14,3	13,2	13,7	13,4
Comercial	243.474	233.653	233.445	220.940	613	605	624	637	33,1	32,2	31,2	28,9
Industrial	18.691	20.029	30.379	40.034	30	23	25	25	51,9	71,2	101,8	133,4
Fiscal y Otros	304.653	327.592	366.476	374.249	105	108	112	120	241,8	251,6	271,6	259,9
TOTAL	2.237.494	2.217.321	2.383.215	2.392.915	10.459	11.062	11.436	11.701	17,8	16,7	17,4	17,0

3.2.- Agua No Contabilizada (A.N.C.)

Con los antecedentes del capítulo II, y los señalados en los puntos anteriores, el nivel de pérdidas para el período enero 1996 a diciembre de 1999 en el servicio de Angol, está dado por:

**CUADRO V.3.-
AGUAS NO CONTABILIZADAS EN EL SISTEMA
SERVICIO DE ANGOL**

AÑO	PRODUCCION (m ³)	FACTURACION (m ³)	A.N.C. (m ³)	PERDIDAS (%)
1996	3.428.033	2.237.494	1.190.539	34,7
1997	3.428.386	2.217.321	1.211.065	35,3
1998	3.476.500	2.383.215	1.093.285	31,4
1999	3.725.484	2.392.915	1.332.569	35,8
PROMEDIO	3.514.601	2.307.736	1.206.865	34,3

De acuerdo con los antecedentes citados, se adoptará un nivel de pérdidas actual de 35,8 %, que corresponde al valor obtenido para el año 1999.

3.3.- Coeficiente de Consumo

En general, las estadísticas de facturación de ESSAR S.A., presentan una importante distorsión para el año 1996, pues muestran un excesivo consumo para el mes de enero (ver cuadro II.14.- del Capítulo II).

Por esta razón, y para efectos de dimensionamiento de las obras, se ha adoptado en común acuerdo con la S.I.S.S., el criterio de eliminar las estadísticas de este año, toda vez que la distorsión que se presenta en ese mes influye necesariamente en las estadísticas de los otros meses del año 1996. De esta forma, el C.M.M.C. calculado, será notablemente más realista y ajustado a las estadísticas de los años posteriores.

De acuerdo con los antecedentes expuestos y las estadísticas de facturación, se presenta a continuación los coeficientes de consumo adoptados para el servicio de Angol.

**CUADRO V.4.-
COEFICIENTE MES MAXIMO CONSUMO (CMMC)
SERVICIO DE ANGOL**

MESES	VOLUMENES FACTURADOS (m3)		
	1997	1998	1999
Enero	223.837	236.581	223.044
Febrero	239.087	237.769	242.402
Marzo	221.958	232.540	228.406
Abril	209.405	209.534	240.068
Mayo	172.734	183.946	188.107
Junio	164.598	183.382	185.431
Julio	150.591	149.366	165.480
Agosto	148.203	153.817	154.967
Septiembre	169.336	182.142	165.592
Octubre	166.493	169.314	179.042
Noviembre	162.030	208.902	186.387
Diciembre	189.049	235.922	233.989
TOTAL	2.217.321	2.383.215	2.392.915
Media Mensual	184.777	198.601	199.410
C.M.M.C.	1,29	1,20	1,22
Coeficiente Mes Máximo Consumo			1,29

En el presente estudio se elegirá para la determinación del coeficiente del día de máximo consumo en el mes de máximo consumo (C.D.M.C.), el coeficiente 1,10 valor usual obtenido de estadísticas de consumo para servicios similares.

Factor del Día de Máximo Consumo (F.D.M.C.)= C.M.M.C.*C.D.M.C = 1,29 x 1,10 = 1,42

Con respecto al factor de la hora de máximo consumo (F.H.M.C.), se estima adecuado utilizar el coeficiente de variación de consumo máximo horario normal en este tipo de proyecto.

- Factor de la hora de Máximo Consumo (F.H.M.C.) adoptado = 1,5

Con lo cual se tiene:

Q máximo diario = F.D.M.C. x Q medio producción = 1,42 Q medio producción.

Q máximo horario = F.H.M.C. x Q máx. diario = 1,5 Q máx. diario.

3.4.- Cobertura de Agua Potable y Alcantarillado

De acuerdo a lo informado en los capítulos II y III del estudio, se señalan a continuación las coberturas actuales del servicio.

3.4.1.- Cobertura de Agua Potable

La cobertura superficial de red de agua potable del servicio de Angol alcanza a un 100 %. y la cobertura efectiva de un 99,9 %.

3.4.2.- Cobertura de Aguas Servidas

La cobertura de recolección de las aguas servidas domésticas, o simplemente alcantarillado, se determina sobre la base de lo siguiente:

$$\text{Cobertura de servicio o de red} = \frac{\text{Viviendas conectadas} + \text{Viviendas frente a red}}{\text{Viviendas totales}} = 96,9 \%$$

La cobertura efectiva corresponde a la relación entre el número de viviendas efectivamente conectadas al servicio de alcantarillado, con respecto al total de viviendas del área de concesión.

$$\text{Cobertura efectiva} = \frac{\text{Viviendas saneadas}}{\text{Viviendas totales}} = 94,4 \%$$

4.- PROYECCION GLOBAL DE DEMANDA DE AGUA POTABLE Y AGUAS SERVIDAS

4.1.- Consideraciones

El consumo por tipo de cliente, que se obtuvo en capítulos y puntos precedentes, refleja la estacionalidad que presenta la demanda y puede ser considerada como antecedente que permita obtener un escenario base para la posterior proyección de consumos unitarios.

Dichos consumos suponen que la dotación (consumo por persona o por familia) por tipo de clientes permanece constante en cada uno de los sectores poblacionales de una ciudad y que el crecimiento del consumo se explica por el aumento del número de clientes al aumentar la población atendida.

Luego, el efecto combinado de considerar un alza en el precio de las tarifas, una elasticidad precio respecto a la demanda cercana a cero, y un aumento marginal en el nivel

de ingreso por tipo de cliente, supondrán un consumo unitario constante durante el periodo de análisis, a partir de la situación base, definida para el año 2000.

En consecuencia, se adoptará como consumo unitario base al año 2000, el promedio de los consumos unitarios de los años 1996 a 1999.

4.2.- Consumos Unitarios y de Producción Futuros

4.2.1.- Consumo Unitario Futuro

Con los antecedentes expuestos en el cuadro V.2.-, se adoptarán los siguientes consumos unitarios por tipo de clientes, para el año base hasta el final del periodo de análisis, los que corresponden al valor medio de los años 1996 a 1999.

**CUADRO V.5.-
CONSUMOS UNITARIOS FUTUROS ADOPTADOS
POR TIPO DE CLIENTE (m³/clientes/mes)
SERVICIO DE ANGOL**

Tipo de Cliente	Consumo Unitario de Facturación (m ³ /Cliente/mes)
	Periodo 2000-2015
Residencial	13,7
Comercial	31,3
Industrial	89,6
Fiscal y Otros	256,2

4.2.2.- Proyección de Aguas No Contabilizadas

En la determinación de la dotación unitaria futura de producción se considera la reducción del nivel de Aguas No Contabilizadas en el sistema.

En el punto 3.2.- del presente capítulo, se determinó la pérdida de agua actual del servicio, para la estadística de los últimos cuatro años, estimándose un 35,8 % de agua no contabilizada, correspondiente al porcentaje de aguas no contabilizadas del año 1999.

Los niveles de aguas no contabilizadas futuras corresponderán a la política de reducir el nivel actual de ellas mediante la implementación de diversos programas de mejoramiento global del servicio, en los cuales se lleve a la práctica una sectorización planificada de la red de distribución, con el consiguiente mejor control del sistema en el ámbito de presiones, rehabilitación o reemplazo de la infraestructura existente, especialmente en lo que dice relación con la reposición periódica de arranques, medidores y tuberías. Además se contempla la Instalación de un Sistema Integral de Telemetría para el Servicio, de tal manera de mejorar sustancialmente los niveles de automatización y eficiencia.

Considerando que el tamaño de la red de Angol es considerable, se espera un nivel de reducción de pérdidas moderado a partir del año 2001, fecha que se estima realizar inversiones para controlarlas, esperando alcanzar al 2005 un nivel de pérdida de un 30%. De acuerdo con lo anterior, se estima que para el futuro un nivel de aguas no contabilizadas

de un 20% al final del periodo es razonable. Se han proyectado los siguientes niveles de pérdidas, partiendo del porcentaje actual de aguas no contabilizadas.

**CUADRO V.6.-
PROYECCION DE AGUAS NO CONTABILIZADAS**

AÑO	A.N.C (1) (%)
1999	35,8
2000	35,0
2005	30
2010	25
2015-2025	20

(1) Incluye pérdidas comerciales y operacionales

4.2.3.- Proyección de las Dotaciones de Consumos Unitarios

Tomando en consideración lo expuesto en los puntos anteriores, en el cuadro V.7.- se muestran las proyecciones adoptadas de consumos unitarios, la evolución esperada de clientes; los consumos esperados parciales y totales de agua potable.

4.2.4.- Caudales Medios de Producción de Agua Potable

En el cuadro V.8.- se muestra la población total, abastecida y los caudales medios de producción de agua potable para el periodo comprendido entre los años 2000 a 2025.

4.3.- Caudales de Aguas Servidas

En el cuadro V.11.- se muestra la evolución esperada de la cobertura efectiva y los caudales medios netos de aguas servidas para la ciudad de Angol.

Los aportes netos de aguas servidas se han obtenido para los caudales medios anuales y para los medios mensuales de los meses de máximo consumo agua potable y mínima temperatura.

Para el cálculo de dichos valores se han considerado los consumos de agua potable y su distribución mensual (del cuadro V.4.-), la cobertura efectiva del servicio y el coeficiente de recuperación de aguas servidas propuesto por la S.I.S.S., los que se muestran en la tabla siguiente.

**CUADRO V.9.-
COEFICIENTES DE DISTRIBUCION MENSUAL DE CONSUMO Y
RECUPERACION DE AGUAS SERVIDAS**

Mes	Coef. Distr. Mensual (1)	Coef. Recup.	Coef. Final
Enero	1,21	0,80	0,97
Febrero	1,29	0,80	1,04
Marzo	1,20	0,80	0,96
Abril	1,13	0,80	0,91
Mayo	0,93	0,80	0,75
Junio	0,89	0,80	0,71
Julio	0,81	0,80	0,65
Agosto	0,80	0,80	0,64
Septiembre	0,92	0,80	0,73
Octubre	0,90	0,80	0,72
Noviembre	0,88	0,80	0,70
Diciembre	1,02	0,80	0,82
Anual	1,00	0,80	0,8

(1) Corresponde a la distribución del consumo de A.P. para el año de cálculo del C.M.M.C.; 1997

Por otra parte, se han incluido en la tabla V.12.-, los caudales máximos diarios y horarios de diseño, los cuales se han calculado para la condición mensual más desfavorable, que resulta de la combinación de las Aguas Servidas Netas mas la infiltración por napa.

Las expresiones que reflejan estas situaciones serían las siguientes:

Qmáx diario AS (Verano o invierno) = [Cob Efect x (Consumo medio anual AP residencial) + Consumo medioanual AP Comercial, Indust, Fiscal y Otros] x Coef. Distrib.AP x Coef. Recup. x 1,1

Qmáx diario Total = Qmáx diario AS + Qinfil napa

Qmáx Horario Total = M*Qmedio AS mes + Qinfil napa + QA. Lluvias

Los caudales de infiltración de la napa, se obtienen con los antecedentes proporcionados por la Unidad de Tratamiento de Aguas Servidas de la ESSAR S.A., los que fueron incluidos en detalle en el capítulo III del informe. A continuación se presenta un resumen de la infiltración de la napa por mes para la ciudad en estudio.

**CUADRO V.11.-
CAUDALES POR INFILTRACION DE LA NAPA
SERVICIO DE ANGOL**

Mes	Infiltración Napa l/s/Há	Área Aportante Há	Qinf. L/s
Enero	0,022	534,10	11,75
Febrero	0,020	534,10	10,68
Marzo	0,040	534,10	21,36
Abril	0,040	534,10	21,36
Mayo	0,090	534,10	48,07
Junio	0,100	534,10	53,41
Julio	0,100	534,10	53,41
Agosto	0,070	534,10	37,39
Septiembre	0,050	534,10	26,71
Octubre	0,040	534,10	21,36
Noviembre	0,030	534,10	16,02
Diciembre	0,030	534,10	16,02

El área aportante de la napa, corresponde al territorio operacional actual de la ESSAR S.A. en la localidad ponderado por la cobertura de red del sistema, y se supone constante en el futuro al considerar materiales estancos en la ejecución de las nuevas redes de recolección, además de una leve pero paulatina reposición de los elementos existentes.

5. BALANCE OFERTA-DEMANDA

5.1.- INTRODUCCION

En el presente capítulo se analizará la oferta y demanda actual y futura de los sistemas de agua potable y alcantarillado circunscritos en el área de atención actual de ESSAR S.A. para la ciudad de Angol

En los capítulos II y III se describieron y diagnosticaron ambos sistemas, definiendo sus capacidades actuales, en tanto en el capítulo V se definieron las demandas existentes y futuras. Con el objeto de efectuar el balance para la situación futura se obtendrá la oferta total disponible de cada uno de los componentes constitutivos en ambos sistemas, y se comparará con las demandas proyectadas.

De esta manera, se obtendrán los requerimientos parciales y globales de capacidad de ambos sistemas hasta el año 2025.

5.2.-BALANCE DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

A continuación se realiza el balance para cada uno de los componentes de la producción (fuentes, captaciones, tratamiento y conducciones primarias), regulación y distribución del actual sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Angol.

El balance se realizará con los antecedentes analizados en el capítulo II donde se definió la capacidad actual de cada componente involucrada en el sistema de agua potable

5.2.1.- Balance de Derechos de Aprovechamiento de Aguas

En el cuadro VI-1, se incluye un resumen de los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales disponibles para la ciudad de Angol.

**CUADRO VI.1.-
DERECHOS DE AGUA SERVICIO DE ANGOL**

FUENTE	DERECHOS DE AGUA (l/s)		TOTAL (L/s)
	INSCRITOS	EN TRAMITE	
Estero Pellomenco	63	0	63
Fuente Elvira	25	0	25
Río Picoiquén	222	0	222

5.2.2.- Fuentes y Captaciones

La fuente disponible de agua potable para la ciudad de Angol corresponde a recursos superficiales captados del estero Pellomenco, Quebrada Elvira y del río Picoiquén, este último mediante un sistema de elevación.

En el cuadro VI.2.-, se consigna el balance de la capacidad de las actuales fuentes de los sistemas productivos que posee el servicio de Angol.

**CUADRO VI.2.-
BALANCE OFERTA-DEMANDA AL NIVEL DE FUENTE-CAPTACION
SISTEMA PRODUCTIVO ANGOL**

FUENTE	CAPACIDAD (L/s)			AÑO	DEMANDA (L/s)	EXCEDENTE (Déficit) (L/s)	
	POTENCIAL DE FUENTE		DERECHOS DE AGUA				
	Verano	Invierno					
Estero Pellomenco	30	90	63	30	2000	175,2	(36,2)
Fuente Elvira	9	25	25	9	2005	185,5	(46,5)
Río Picoiquen (1)	500	10	222	100 (2)	2010	194,3	(55,3)
		00			2015	201,3	(62,3)
					2020	221,3	(82,3)
					2025	242,2	(103,2)
Total	539	11 15	310	139			

(1) Caudal estimado.

(2) Consideró la operación normal de los equipos de elevación instalados (2+1).

Para las fuentes “Estero Pellomenco” y “Fuente Elvira”, se han considerado los caudales mínimos históricos aforados, los cuales son coincidentes con los periodos de verano.

En el balance del Cuadro VI.2.-, se consideró la componente más desfavorable, que corresponde a la producción conjunta de las fuentes para los meses de verano. Esta incluye las captaciones superficiales de Pellomenco y fuente Elvira más el sistema de elevación del río Picoiquén.

5.2.3.- Balance de Conducción

En el cuadro VI.3.- se realiza el balance en conducciones de cada componente del sistema productivo de la ciudad.

**CUADRO VI.3.-
BALANCE CONDUCCIONES SERVICIO DE ANGOL**

IMPULSION	CAPACIDAD PORTEO (L/s)	AÑO	DEMANDA (L/s)	EXCEDENTE (Déficit) (L/s)
Aducción Pellomenco	100	2000	175,2	211,8
Aducción Fuente Elvira	25	2005	185,5	201,5
Impulsión río Picoiquén D = 250 mm	88	2010	194,3	192,7
Impulsión río Picoiquén D = 350 mm	174	2015	201,3	185,7
		2020	221,3	165,7
		2025	242,2	144,8
Total	387			

En este cuadro se constata que las conducciones existentes, en forma conjunta presentan excedentes de porteo durante todo el periodo de previsión. Además se constata que estas son capaces de portear de manera independiente el requerimiento de capacidad de sus respectivas captaciones

5.2.4.- Balance de Tratamiento

Todas las aguas captadas ingresan a la planta tratamiento del tipo convencional, en la cual son sometidas a los procesos de floculación, decantación y filtración.

En el cuadro VI. 4 se consignan los valores con las capacidades máximas y mínimas de cada uno de las unidades de la planta. La capacidad se definió en función de las tasas medias de operación atendiendo a los incrementos de turbiedad de las fuentes. En los meses de verano, que coinciden con los meses de mayor demanda, la turbiedad de las fuentes es menor y de poca variación por lo que se consideraron tasas de trabajo en las unidades de acuerdo a esta variable. Por otro lado, en los meses de invierno se utilizaron tasas conservadoras, considerando el incremento de la turbiedad en las fuentes para este periodo.

En el balance se utilizó la capacidad máxima de tratamiento, en atención, a la coincidencia de los meses de mayor demanda con los meses de menor turbiedad.

**CUADRO VI.4.-
BALANCE OFERTA-DEMANDA AL NIVEL DE TRATAMIENTO
SERVICIO DE ANGOL**

UNIDAD DE TRATAMIENTO	OFERTA (L/s)		AÑO	DEMANDA (L/s)	EXCEDENTE (Déficit) (L/s)
	Min.	Máx.			
Floculadores	180	240	2000	175,2	9,8
Decantadores	200	240	2005	185,5	(0,5)
Filtros	150	185	2010	194,3	(9,3)
			2015	201,3	(16,3)
			2020	221,3	(36,3)
			2025	242,2	(57,2)

De acuerdo con las capacidades de tratamiento la unidad más restrictiva corresponde a los filtros, unidad para la cual se realizará el balance de tratamiento.

Del cuadro IV.4, se observa que para la capacidad de tratamiento existe déficit de filtrado a partir del año 2005. Por otro lado, para las unidades floculadoras y decantadoras, se observa que a partir del año 2025 existe un leve déficit y se debiera aumentar la capacidad de tratamiento correspondiente a floculadores y decantadores.

5.2.5.- Balance en Volumen de Regulación

En el recinto de ESSAR se emplazan los estanques que abastecen a gran parte de la ciudad, estos corresponden a dos de 2000 m³, uno de 1000 m³ y uno de 500 m³, todos semienterrados y se ubican posterior al sistema de tratamiento. El recinto se ubica en el extremo poniente de la ciudad y corresponde a la parte alta de esta. Se exceptúa el estanque elevado en el recinto ESSAR, ya que este se encuentra ubicado en el sector Huequén, su volumen es de 300 m³ y se alimenta directamente de la red de distribución, sin embargo, este estanque no es utilizado para abastecer a la población.

Se considera para el balance disponibilidad-demanda en estanques, las bases de cálculo de la norma Nch 691 of 98 en lo referente a los requerimientos en volúmenes de regulación y reserva (incendio o seguridad).

En el Cuadro VI.5.- se realiza el balance de disponibilidad-demanda en estanques para todo el periodo.

**CUADRO VI.5.-
VOLUMEN REQUERIDOS DE ESTANQUES
SISTEMA ANGOL**

Año	Estanque	Población Hab.	Producción Máxima Diaria	Volumen Útil (m ³)	Volumen (m ³)				Excedente (Déficit)	
					Regulación	Incendio	Seguridad	Total Requerido	(m ³)	(%)
2000	S/E 2x2000 m ³ 1x1000 m ³	48.288	15.135	5.000	2.270	346	1.261	3.531	1.469	42
2005		53.823	16.026	5.000	2.404	346	1.336	3.739	1.261	34
2010		59.358	16.786	5.000	2.518	346	1.399	3.917	1.083	28
2015		64.893	17.396	5.000	2.609	576	1.450	4.059	941	23
2020		70.428	19.121	5.000	2.868	576	1.593	4.461	539	12
2025		75.963	20.924	5.000	3.139	576	1.744	4.882	118	2
2000	El Cañón S/E 500 m ³	966	303	500	45	115	25	160	340	212
2005		1.076	321	500	48	115	27	163	337	207
2010		1.187	336	500	50	115	28	165	335	202
2015		1.298	348	500	52	115	29	167	333	199
2020		1.409	382	500	57	115	32	172	328	190
2025		1.519	418	500	63	115	35	178	322	181

Del cuadro anterior, se desprende que el sistema general de abastecimiento cuenta con el volumen adecuado en estanques para todo el periodo.

5.2.6.- Verificación Hidráulica Sistema de Distribución

En este punto, se analiza la red de distribución de agua potable de Angol, que es enfrentada a la situación de demanda del final del periodo, correspondiente al año 2025. El cálculo se incluye en el anexo N° 1. La situación actual (año 1998) fue analizada en la Etapa de Diagnóstico, no existiendo problemas de distribución, para ninguno de los dos sectores.

La simulación se realizó con el programa computacional CYBERNET para Windows 95. que permite verificar, sobre la base de la topografía y distribución de consumos en la ciudad, el funcionamiento de la red de distribución principal o básica.

- Situación sin incendio

Para toda la ciudad, se calculan las redes con el caudal máximo horario de producción.

- Situación con incendio

Para toda la ciudad, se calculan las redes con el caudal máximo diario de producción más el consumo por incendio, que depende de la población abastecida.

Las presiones límites, para cada año de evaluación, son las que se aprecian en el Cuadro VI.6.

**CUADRO VI.6-
PRESIONES LÍMITES EN LA RED
SERVICIO DE ANGOL**

Año	Presión (mca)	Situación			
		Sin incendio		Con incendio	
		Presión	Nudo	Presión	Nudo
RED GENERAL					
1998	Máxima	61,1	J131	61,6	J131
	mínima	23,2	J5	12,5	J4
2025	Máxima	58,2	J131	59,6	J131
	mínima	21,7	J5	11,9	J5
RED SECTOR ALTO (Sistema con elevación)					
1998	Máxima	85,5	J214	74,5	J214
	mínima	28,8	J226	9,3	J213
2025	Máxima	84,0	J214	72,1	J214
	mínima	28,7	J226	7,1	J213

En el anexo N° 1 se entregan los resultados de la simulación, que incluyen en éstos: flujo en cada tramo, pérdida de carga total y presión dinámica en cada nudo de consumo. Se observa que para todas las situaciones, se cumplen los límites de presión establecidos en la norma NCh 691 Of. 98.

Todos los nudos al interior del área de concesión sanitaria de ESSAR S.A. cuentan con presiones sobre los 15 m. Por otro lado existe una zona con presiones por sobre la norma, esta corresponde al sector denominado El Cañón, el que se abastece desde el estanque de 500 m³, se deberá considerar un dispositivo para regular sus presiones en el rango establecido por la norma.

5.3.- BALANCE OFERTA-DEMANDA DE ALCANTARILLADO

El sistema de alcantarillado de aguas servidas de la ciudad de Angol, corresponde a un sistema de tipo separado, que confluye a colectores interceptores que van recolectando los diferentes sectores saneados. El principal punto de descarga lo constituye el que descarga al río Vergara próximo al Puente Vergara N°2.

La red recolecta las aguas servidas en forma gravitacional y con elevación mecánica para descargar a los colectores interceptores.

5.3.1.- Redes de Colectores

El sistema de alcantarillado en la actualidad presenta una estructura básica conformada por siete sectores o áreas aportantes distribuidos en el área de atención actual del Servicio de Angol. Esta configuración del sistema de recolección se ha ido materializando de acuerdo al estudio "Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Aguas Servidas de Angol" realizado por la Oficina consultora Hidrosan y cuyas obras proyectadas en primera etapa fueron construidas en los años 1994 y 1995.

En el capítulo III se aborda en detalle la descripción en detalle de áreas saneadas, colectores interceptores y plantas elevadoras.

5.3.2.- Oferta

Se considerará la oferta de alcantarillado como la capacidad del tramo más desfavorable de los colectores y equipos de elevación en el caso de las plantas elevadoras definidos en el capítulo III.

5.3.3.- Demanda

La demanda corresponderá a los caudales actuales y proyectados de las aguas servidas, que alcanza a los valores que se muestran en el Cuadro V.13.-

En el Cuadro VI.6 y VI.7.- se muestra el balance actual y futuro de la planta elevadora y la red de recolección respectivamente para las aguas servidas del servicio de Angol.

**CUADRO VI.6.-
BALANCE PLANTA ELEVADORA DE A.S. SERVICIO DE ANGOL**

SISTEMA	CAPACIDAD MAXIMA		DEMANDA (L/s)	SUPERÁVIT (Déficit) (L/s)
	Elevación(*)	Impulsión		
	(L/s)	(L/s)		
AÑO 2000				
Elevación O'Higgins	130	130	53,5	76,5
Elevación Valparaíso	8	8	4,3	3,7
Elevación P.A. Cerda	30	30	13,8	16,2
AÑO 2025				
Elevación O'Higgins	130	130	82,6	47,4
Elevación Valparaíso	8	8	6,7	1,3
Elevación P.A. Cerda	30	30	21,3	8,7

**CUADRO VI.7.-
BALANCE DE OPERACIÓN COLECTORES Y EMISARIOS
SERVICIO DE ANGOL**

AÑO 2000											
Identif.	Tramo		D (mm)	I (%)	Material	Qmá x (L/s)	Capacidad (L/s)		Excedente Máximo		
	Calle	Entre Calles					0,8D	0,94D	L/s	%	
El Retiro	Prat	PAC y Bunster Ilabaca y Pte Vergara	250	3,5	C.Asb 2000	13,3	40,6	44,7	31,4	70,2	
			300	4,0	C.Asb.2000	32,6	70,7	77,7	45,1	58,1	
El Rosario	P.A. Cerda	Colhue	250	5,0	C.Asb.2000	19,3	48,6	53,5	34,2	64,0	
			250	4,5	C.Asb 2000	14,0	46,1	50,7	36,7	72,4	
El Mirador	Colima	Acevedo- Industrias	250	5,0	PVC	13,3	53,4	58,8	45,5	77,4	
			250								
Bío-Bío Loa	La Frontera	Loa y Colima									
Guacolda	Borde Río Rehue	Recabaren y J.L. Osorio	350	2,8	C.Asb 2000	27,5	89,2	98,1	70,6	72,0	
			600	2,0	AU-10	27,7	317,2	349,1	321,4	92,1	
			700	2,0	AU-10	175,2	478,5	526,6	351,4	66,7	
AÑO 2025											
El Retiro	Prat	PAC y Bunster Ilabaca y Pte Vergara	250	3,5	C.Asb 2000	18,4	40,6	44,7	26,3	58,8	
			300	4,0	C.Asb.2000	45,0	70,7	77,7	32,7	42,0	
El Rosario	P.A. Cerda	Colhue	250	5,0	C.Asb.2000	26,6	48,6	53,5	26,9	50,2	
			250	4,5	C.Asb 2000	19,4	46,1	50,7	31,3	61,8	
El Mirador	Colima	Acevedo- Industrias	250	5,0	PVC	18,4	53,4	58,8	40,4	68,7	
			250								
Bío-Bío Loa	La Frontera	Loa y Colima									
Guacolda	Borde Río Rehue	Recabaren y J.L. Osorio	350	2,8	C.Asb 2000	38,0	89,2	98,1	60,1	61,2	
			600	2,0	AU-10	38,3	317,2	349,1	310,8	89,0	
			700	2,0	AU-10	242,2	478,5	526,6	284,4	54,0	

(1) Incluye Los caudales de aguas servidas, infiltración por napa y aguas lluvias

Se observa de los cuadros anteriores que las capacidades de las plantas elevadoras y de los colectores, satisfacen la demanda futura de evacuación de las aguas servidas requerida de la ciudad durante todo el periodo de previsión.

5.3.4.- Tratamiento de las aguas servidas

En cuanto a la disposición de las aguas servidas de la ciudad, estas actualmente no son tratadas, existe una descarga directa al río Vergara, que evacua más del 90 % de las aguas recolectadas. Hay otras tres menores que evacuan al río Huequén.

En el capítulo VIII, se evalúa la disposición de las aguas servidas de Angol para la proyección de población y de caudales estimados hasta el año 2025.

CAPITULO V**DEFINICION DE OBRAS Y PROGRAMA DE INVERSIONES****1.- INTRODUCCION**

En el presente capítulo se describe el programa de inversiones **asociados a las obras de expansión** de los sistemas de agua potable y aguas servidas correspondientes al área de atención actual y futura de ESSAR S.A. para el servicio de la localidad de Angol. Se establece un Cronograma general de las obras involucradas en cada sistema considerando un período de previsión hasta el año 2015, con el fin de cuantificar los costos de inversión necesarios a realizar.

De esta forma se definen todas las obras y su correspondiente programa de inversiones a ejecutar en el período determinado y que cumplen con el objetivo de ser capaz de responder a los requerimientos de obligatoriedad de servicio en términos de oportunidad, continuidad y calidad durante toda la vigencia del período de previsión.

Las inversiones a realizar para todos los sistemas involucrados han sido valorizadas de acuerdo a valores de mercado. A estos precios se le han aplicado un porcentaje de contingencias que varían entre el 15% y el 30% dependiendo del grado de complejidad de las obras planificadas y del grado de incertidumbre asociado.

No se han considerado los costos de terreno en donde se emplazarán las nuevas infraestructuras proyectadas, salvo excepciones, las cuales se indican expresamente.

Tampoco se han considerado en estos costos, salvo excepciones que se especifican, los costos de la Ingeniería de Diseño, de Ingeniería de Acompañamiento, de Inspección Técnica o de los estudios de Impacto Ambiental, Vial y otros eventualmente requeridos, necesarios de realizar para materializar cada proyecto. No se incluyen además, los pagos de derechos municipales, constitución de servidumbres ni paralelismos de otros organismos.

Las obras de extensión y ampliación de cada sistema están directamente asociadas a la demanda planificada adoptada, resultante de los capítulos pertinentes.

Las extensiones, dimensionamientos y trazados definitivos de las Redes Básicas quedarán definidas en el proyecto de instalación o de ampliación de los nuevos loteos, según corresponda.

Es necesario considerar que las obras señaladas en el cronograma y que se ejecutan en la vía pública, están sujetas a restricciones por efectos de tránsito y a eventuales autorizaciones por roturas de pavimentos u otras del tipo municipal.

Los montos de inversión global de cada ítem, comprenden las obras instaladas y habilitadas. Los costos asociados comprenden los gastos generales y utilidades, incluyendo el impuesto IVA.

2.- PROGRAMA DE INVERSIONES SISTEMA DE AGUA POTABLE

Este contempla las alternativas de mejoramientos para satisfacer las necesidades actuales y futuras de agua potable de la localidad de Angol y se definió las obras desglosadas para cada componente de producción y de distribución. En los Cuadros correspondientes se establece un programa con el total de las inversiones requeridas para **la ampliación de la infraestructura** de los subsistemas de producción y distribución de agua potable respectivamente.

3.- PROGRAMA DE INVERSIONES SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS

Este contempla las obras requeridas del sistema de recolección y de disposición final de las aguas servidas de la localidad de Angol. En los Cuadros correspondientes se establece un programa con las inversiones necesarias para **la ampliación de la infraestructura** los subsistemas de recolección y disposición de aguas servidas

CAPITULO VI.

ANÁLISIS DESDE PERSPECTIVA DE NORMATIVA VIGENTE

1.- INTRODUCCION

La prestación de servicios sanitarios esta regulada por un conjunto de leyes, siendo la mas relevante para los efectos de la situación en análisis el D.F.L. 382 del M.O.P. correspondiente a la Ley General de Servicios Sanitarios.

Las principales disposiciones comprendidas en esta Ley son:

1.1.- Las relativas al régimen de explotación de servicios públicos destinados a producir y distribuir agua potable y a recolectar y disponer aguas servidas, servicios denominados en adelante, servicios sanitarios.

1.2.- Las relativas al régimen de concesión para abastecer, construir y explotar servicios sanitarios.

1.3.- Las correspondientes a la Fiscalización del cumplimiento de las normas relativas a la prestación de los servicios sanitarios.

1.4.- Regular las relaciones entre las concesionarias de servicios sanitarios y de estas con el Estado y los usuarios.

2.- DEFINICIONES DE SERVICIOS SANITARIOS

La prestación de servicios sanitarios comprende desde la producción de agua potable, la distribución de esta, la recolección de las aguas servidas, y la disposición final incluyendo los sistemas de tratamiento. Para un mejor comprender se explicitan la definición que la Ley da a cada uno de estos servicios.

2.1.- Se entiende por distribución de agua potable, la conducción del agua producida hasta su entrega en el inmueble del usuario.

2.2.- Se entiende por recolección de aguas servidas, la conducción de estas desde el inmueble del usuario, hasta la entrega para su disposición.

2.3.- Se entiende por disposición de aguas servidas, la evacuación de estas en cuerpos receptores, en las condiciones técnicas y sanitarias establecidas en las normas respectivas, o en sistemas de tratamiento.

3.- DEFINICION DE SERVICIO PÚBLICO

La Ley define en su Artículo 5º claramente lo que se entiende por servicio público de producción, distribución, recolección, y disposición final. En este contexto tenemos:

3.1.- Es servicio público de distribución de agua potable, aquel cuyo objeto es prestar dicho servicio, a través de las redes **públicas** exigidas por la urbanización conforme a la Ley, a usuarios finales obligados a pagar un precio por dicha prestación.

3.2.- Es servicio público de recolección de aguas servidas, aquel cuyo objeto es prestar dicho servicio a través de las redes **públicas** exigidas por la urbanización conforme a la Ley, a usuarios finales obligados a pagar un precio por dicha prestación.

3.3.- Es servicio público de disposición de aguas servidas, aquel cuyo objeto es disponer las aguas servidas de un servicio publico de recolección.

4.- DEFINICION DE AREA DE CONCESIÓN

El área de concesión o territorio operacional esta definida por los límites del área geográfica donde se prestaran los servicios públicos de distribución de agua potable y de recolección de aguas servidas de acuerdo a decreto de concesión.

5.- SISTEMA TARIFARIO

Para los efectos de la fijación de tarifas las Empresas de Servicios sanitarios se rigen por el D.F.L. N° 70, que corresponde a la Ley de tarifas de servicios sanitarios

Están sujetos a fijación de tarifas los servicios de agua potable y de alcantarillado de aguas servidas prestados por las Empresas de Servicios Sanitarios, tanto a usuarios finales, como a otro que actué como intermediario respecto de aquello.

Las tarifas son calculadas de acuerdo con el procedimiento que se determina en la Ley.

Dentro del proceso de la fijación tarifaria el prestador deberá entregar lo siguiente:

1.- Un estudio de prefactibilidad técnica y económica incluyendo un programa de desarrollo que deberá contener al menos:

a).- descripción técnica general y un cronograma de las obras proyectadas para un horizonte de 15 años;

b).- estimaciones de beneficios, costos, valores actualizado neto y rentabilidad asociados; y

c).- tarifas propuestas y aportes considerados.

El plan de desarrollo Acordado entre la Empresa de Servicios Sanitarios y la S.I.S.S. dará lugar a un cronograma de inversiones que permita satisfacer en el periodo de vigencia de las tarifas las demandas por los servicios de agua potable y alcantarillado. Estos cronogramas de inversiones deben ser cumplidos obligatoriamente por las Empresas, pudiendo inclusive su incumplimiento llegar a caducar las concesiones concedidas.

6.- OBLIGACIONES DE LA PRESTATARIA

De acuerdo a la Ley de Servicios Sanitarios las Empresas Sanitarias en sus respectivas áreas de concesión esta obligadas a prestar los respectivos servicios en términos de cantidad, calidad y continuidad.

Por lo anterior, por el solo hecho de la Ley los usuarios existentes y futuros, así como las distintas entidades públicas relacionadas así como el MINVU no requieren de definir obras ni las inversiones asociadas a esta para asegurar la prestación de los servicios sanitarios.

7.- ENTREGA DE SERVICIOS EN AREAS URBANAS FUERA DEL AREA DE CONCESION

Cuando al interior del límite urbano existen zonas que no están contempladas dentro del área de concesión el legislador, previendo que estas zonas son factibles de ser urbanizadas a realizado modificaciones a la Ley.

La modificación legal obliga a la S.I.S.S. a poner en conocimiento del Ministerio de la Vivienda y de las Municipalidades respectivas las nuevas solicitudes de concesión que se estén tramitando, a fin de resguardar la coherencia entre el área de concesión pedida y las áreas de expansión urbanas definidas en el correspondiente instrumento de planificación territorial.

La S.I.S.S. queda además facultada para llamar a un procedimiento de licitación de concesiones sanitarias, destinado a asegurar el servicio en determinadas zonas urbanas en que ello se requiera, pudiendo finalmente asignar el área respectiva a la concesionaria mas cercana, en el evento que no existan otros interesados, o los mismos no cumplan los requisitos exigidos.

Otra de las modificaciones a la ley señala que las restricciones indicadas en la ley no son aplicables si los límites establecidos en ellas son superados debido al crecimiento

natural o vegetativo de la Empresa Prestadora. Debería entenderse que se trata de la densificación de las mismas áreas de las Empresas de Servicios Sanitarios en términos tales que, habiéndose cumplido inicialmente con las restricciones que señala la Ley, ellas resulten sobrepasadas en el futuro, lo cual es de toda lógica, ya que dentro del territorio operacional de una Empresa de Servicios Sanitarios existe obligatoriedad de servicio, no siendo resorte de la Empresa determinar su crecimiento, el que estará dado generalmente por condiciones de tipo urbanístico, habitacional, de desarrollo industrial y otras ajenas a ellas.

Finalmente se debe señalar que la entidad normativa y fiscalizadora, en cada proceso de fijación tarifaria, el que se realiza cada 5 años, condicionara a las prestatarias que los límites de sus áreas de concesión sean coincidentes con los límites urbanos fijados en los planes reguladores.

Por lo señalado los usuarios existentes y futuros, tanto dentro como fuera de las áreas de concesión, pero dentro de los límites urbanos, así como las distintas entidades públicas relacionadas como el MINVU y Municipalidades no requerirán de definir obras ni las inversiones asociadas a esta para asegurar la prestación de los servicios sanitarios.

CARLOS DURÁN CANALES
ARQUITECTO
RUT: 6.600.638-2