

ANEXO N°3
PROYECCIÓN DE DEMANDA
PLAN DE DESARROLLO DE AGUAS DÉCIMA

CONTENIDO

1	PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE	5
1.1	Clientes de Agua Potable	5
1.1.1	Clientes Residenciales	5
1.1.2	Clientes No Residenciales	6
1.1.3	Clientes Regulados	9
1.1.4	Clientes No Regulados.....	10
1.2	Población	10
1.3	Cobertura de Agua Potable	11
1.4	Población Abastecida	11
1.5	Consumos Unitarios de Agua Potable.....	11
1.5.1	Consumos Unitarios de los Clientes Residenciales	12
1.5.2	Consumos Unitarios de Clientes No Residenciales	13
1.6	Consumos Regulados Totales de Agua Potable	15
1.7	Consumos No Regulados de Agua Potable	16
1.8	Consumos Totales de Agua Potable	17
1.9	Coeficientes de Consumo.....	18
1.10	Caudales Totales de Consumo.....	19
1.11	Pérdidas en las Etapas de Producción y Distribución.....	20
1.12	Caudales Totales a Nivel de Producción.....	21
1.12.1	Caudales de Producción de los Clientes Regulados	21
1.12.2	Caudales de Producción de los Clientes No Regulados, sin COLBÚN.	22
1.12.3	Caudales de Producción de COLBÚN.....	22
2	PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS	24
2.1	Clientes de Aguas Servidas.....	24
2.1.1	Clientes Residenciales de Aguas Servidas	24
2.1.2	Clientes No Residenciales	26
2.1.3	Clientes con Fuente Propia.	27
2.1.4	Clientes Totales de Aguas Servidas.....	27
2.1.5	Población Saneada y Coberturas.	29
2.2	Consumos Unitarios de Alcantarillado de Aguas Servidas. Clientes Regulados	30
2.2.1	Consumos Unitarios de los Clientes Residenciales	30
2.2.2	Consumos Unitarios de Clientes No Residenciales.	31
2.2.3	Consumos Unitarios de Clientes con Fuente Propia.	33
2.3	Consumos Totales de Aguas Servidas.....	33
2.4	Coeficiente de Recuperación.	34
2.5	Coeficiente de HARMON.....	34

2.6	Cálculo de Caudal Máximo Para Poblaciones Menores a 1.000 Habitantes.....	34
2.7	Caudales de Aguas Servidas	35
2.7.1	Caudales de AS de Clientes con AP y AS	35
2.7.2	Caudales de AS de Clientes con Fuente Propia.....	36
2.7.3	Caudales Totales de Aguas Servidas	37
2.8	Caudales de Aguas Lluvias y de Infiltración.....	37
2.9	Caudales Totales de Aguas Servidas.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos Históricos de Cantidad de Clientes	5
Tabla 2: Proyección de Clientes Residenciales	6
Tabla 3: Proyección de Clientes No Residenciales	7
Tabla 4: Proyección de Clientes Regulados	9
Tabla 5: Población en Territorio Operacional	11
Tabla 6: Consumo Unitario Clientes Residenciales	12
Tabla 7: Consumos Unitarios Clientes No Residenciales	14
Tabla 8: Consumos Regulados Totales	15
Tabla 9: Consumos Clientes No Regulados	17
Tabla 10: Consumos Totales de Agua Potable	18
Tabla 11: Base de Datos Para Determinación del CMMC	19
Tabla 12: Coeficientes de Consumo	19
Tabla 13: Caudales de Agua Potable a Nivel de Consumo	20
Tabla 14: Pérdidas Históricas. Aguas Décima S.A.	20
Tabla 15: Caudales de Agua Potable Clientes sólo del Territorio Operacional (producción)	21
Tabla 16: Caudales de Agua Potable Clientes No Regulados (sin COLBÚN) (producción)	22
Tabla 17: Caudales de Agua Potable. Cliente COLBÚN (producción)	23
Tabla 18: Caudales de Agua Potable. Aguas Décima S.A. (producción)	23
Tabla 19: Clientes Residenciales de Aguas Servidas	25
Tabla 20: Clientes No Residenciales de Aguas Servidas	26
Tabla 21: Clientes Totales de Aguas Servidas	28
Tabla 22: Población Saneada	29
Tabla 23: Consumos Unitarios de AS de Clientes Residenciales (m ³ /cl/mes)	30
Tabla 24: Consumos Unitarios de Aguas Servidas de Clientes No Residenciales	32
Tabla 25: Consumos Totales de Aguas Servidas	33
Tabla 26: Caudales de Aguas Servidas. Clientes con AP y AS	35
Tabla 27: Población Equivalente Clientes con Fuente Propia	36
Tabla 28: Caudales de Aguas Servidas Clientes con Fuente Propia	36
Tabla 29: Caudales Totales de Aguas Servidas	37
Tabla 30: Caudal de Aguas Lluvia y Caudal de Infiltración	38
Tabla 31: Caudales Totales de Aguas Servidas Clientes con AP y AS	38
Tabla 32: Caudales Totales de Aguas Servidas Clientes con Fuente Propia	39
Tabla 33: Caudales Totales de Aguas Servidas Incluye Clientes Regulados y Clientes con Fuente Propia	39

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Proyección Clientes Residenciales	6
Gráfico N° 2: Clientes de Agua Potable No Residenciales	8
Gráfico N° 3: Proyección de Clientes Regulados	10
Gráfico N° 4: Proyección Consumos Unitarios Clientes Residenciales	13
Gráfico N° 5: Proyección Consumos Unitarios Clientes No Residenciales	14
Gráfico N° 6: Proyección Consumos Totales de Agua Potable de Clientes Regulados	16
Gráfico N° 7: Clientes Residenciales de Aguas Servidas	25
Gráfico N° 8: Clientes No Residenciales de Aguas Servidas	27
Gráfico N° 9: Clientes Totales de Aguas Servidas	28
Gráfico N° 10: Proyección de Consumos Unitarios de Aguas Servidas Clientes Residenciales	31
Gráfico N° 11: Proyección Consumos Unitarios de Aguas Servidas. Clientes No Residenciales	32
Gráfico N° 12: Proyección Consumos Totales de Aguas Servidas	34

A continuación se entregan los criterios utilizados para proyectar la demanda de Agua Potable y de Alcantarillado de la empresa "Aguas Décima S.A." para el período 2018-2033.

El año base es el año 2017 que corresponde al año en que se realiza la actualización del Plan de Desarrollo. Los datos utilizados para proyectar la demanda, tanto de agua potable como de alcantarillado de aguas servidas, corresponden a los datos reales de los años 2011 al 2017. La demanda se ha proyectado para un período de 15 años a partir del año 2017.

Para las proyecciones se utilizaron modelos de series de tiempo ARIMA con tendencias de largo plazo coherentes con la trayectoria de las series históricas.

1 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE

1.1 CLIENTES DE AGUA POTABLE

La proyección de clientes se realizó a partir de los registros históricos de clientes para los años 2011 a 2017, y entregados por la empresa a la SISS en el SIFAC.

En cuanto a la desagregación de los clientes, esta se realiza considerando clientes regulados y clientes no regulados.

En la siguiente tabla se presentan los datos de clientes históricos utilizados para realizar la proyección, años 2011 a 2017:

Tabla 1: Datos Históricos de Cantidad de Clientes

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Residenciales	38.511	39.512	40.645	41.440	42.244	42.748	43.640
No Residenciales	2.510	2.541	2.540	2.529	2.536	2.548	2.605
Regulados	41.021	42.053	43.185	43.969	44.780	45.296	46.245
No Regulados	3	5	6	10	15	18	20
Total Clientes	41.024	42.058	43.191	43.979	44.795	45.314	46.265

1.1.1 Clientes Residenciales

El modelo de proyección de clientes residenciales entrega una tasa de crecimiento promedio para el período 2018 – 2022 de 1,96%, cifra que es consistente con el registro histórico del período 2014 – 2017 en el que estos clientes crecieron a un promedio de 1,74% anual mostrando una tendencia a la baja.

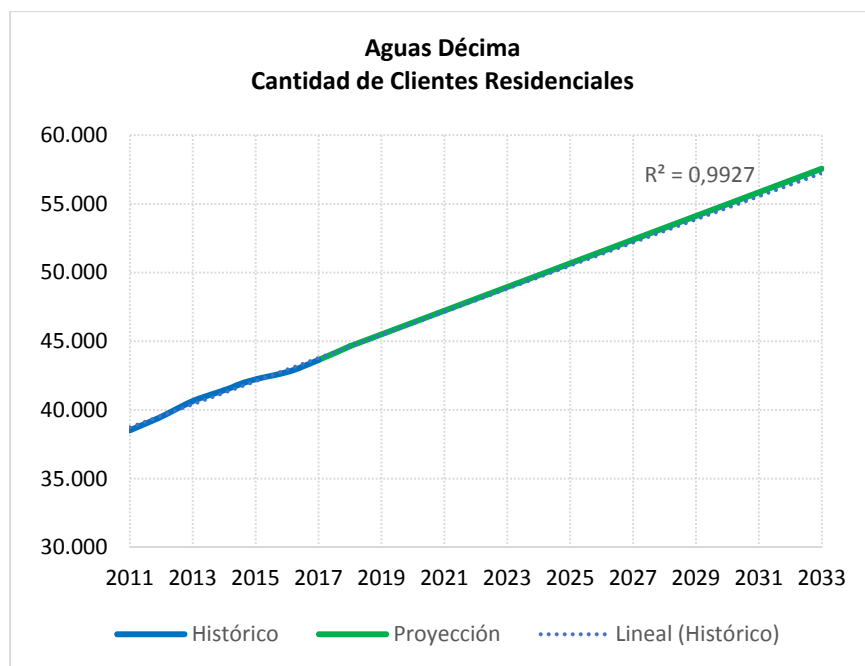
A partir del año 2023 se proyecta una tasa promedio de crecimiento de 1,65%. El modelo recoge la trayectoria descendente que es consistente con la tendencia histórica del crecimiento de los clientes.

En la tabla y gráfico siguiente se entregan los resultados de esta proyección.

Tabla 2: Proyección de Clientes Residenciales

Año		Clientes Residenciales	Tasa de Crecimiento
Datos Históricos	2011	38.511	
	2012	39.512	2,60%
	2013	40.645	2,87%
	2014	41.440	1,96%
	2015	42.244	1,94%
	2016	42.748	1,19%
	2017	43.640	2,09%
Año Base	2018	44.641	2,29%
Proyección	2019	45.501	1,93%
	2020	46.365	1,90%
	2021	47.225	1,86%
	2022	48.086	1,82%
	2023	48.947	1,79%
	2024	49.810	1,76%
	2025	50.671	1,73%
	2026	51.531	1,70%
	2027	52.392	1,67%
	2028	53.255	1,65%
	2029	54.116	1,62%
	2030	54.977	1,59%
	2031	55.837	1,57%
	2032	56.700	1,55%
	2033	57.561	1,52%

Gráfico N° 1: Proyección Clientes Residenciales



1.1.2 Clientes No Residenciales

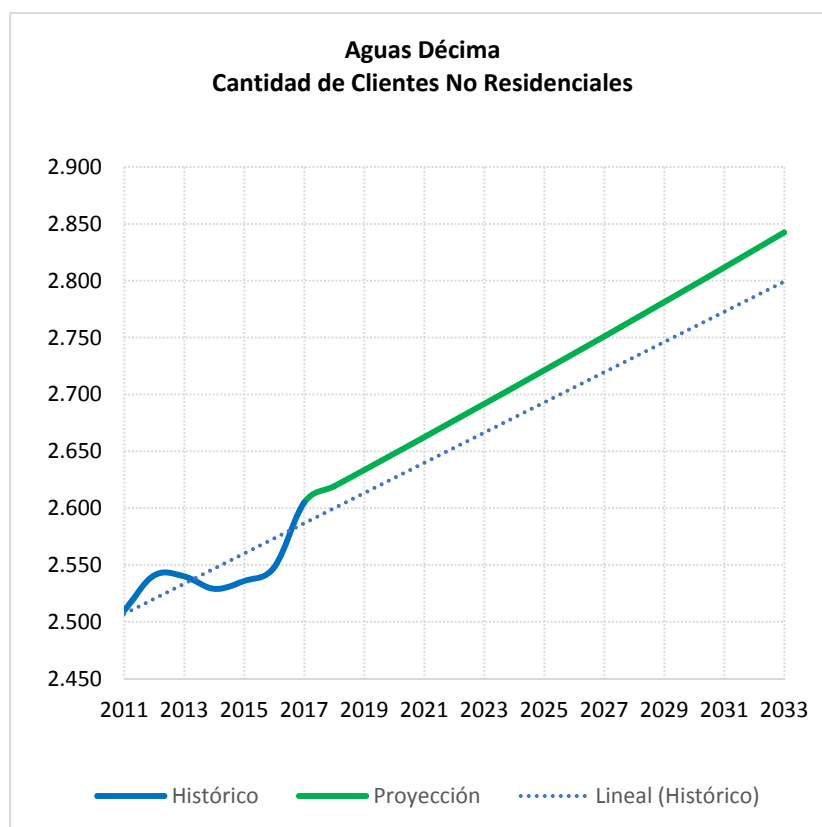
El modelo de proyección de clientes no residenciales entrega una tasa de crecimiento promedio para el período 2018 – 2022 de 0,55%, cifra que es consistente con el registro histórico del período 2011 – 2017 en el que estos clientes crecieron a un promedio de 0,62% anual y con un crecimiento atípico durante el 2017. Para el período 2023 – 2033 se mantiene la misma tasa de crecimiento: 0,55%.

En la tabla y gráfico siguiente se entregan los resultados de esta proyección.

Tabla 3: Proyección de Clientes No Residenciales.

Año		Clientes No Residenciales	Tasa de Crecimiento
Datos Históricos	2011	2.510	
	2012	2.541	1,24%
	2013	2.540	-0,04%
	2014	2.529	-0,43%
	2015	2.536	0,28%
	2016	2.548	0,47%
	2017	2.605	2,24%
Año Base	2018	2.619	0,55%
Proyección	2019	2.634	0,55%
	2020	2.648	0,55%
	2021	2.662	0,55%
	2022	2.677	0,55%
	2023	2.692	0,55%
	2024	2.706	0,55%
	2025	2.721	0,55%
	2026	2.736	0,55%
	2027	2.751	0,55%
	2028	2.766	0,55%
	2029	2.781	0,55%
	2030	2.796	0,55%
	2031	2.812	0,55%
	2032	2.827	0,55%
	2033	2.843	0,55%

Gráfico N° 2: Clientes de Agua Potable No Residenciales



1.1.3 Clientes Regulados

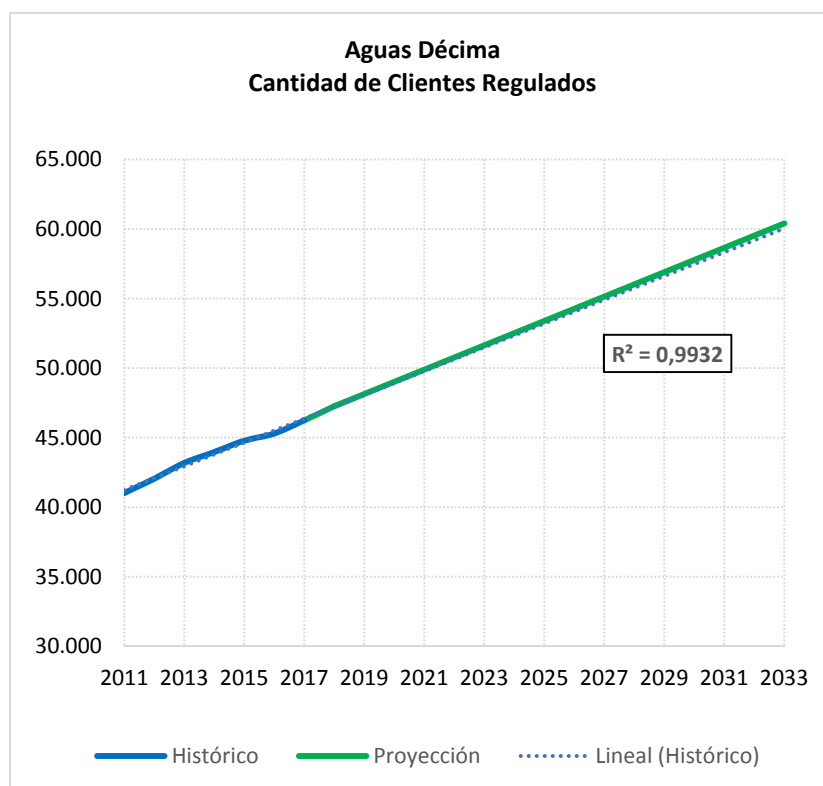
La proyección de clientes regulados corresponde a la suma de las proyecciones de clientes residenciales y a la de clientes no residenciales.

En la tabla y gráfico siguientes se presenta en detalle los resultados de esta proyección:

Tabla 4: Proyección de Clientes Regulados

Año		Clientes Regulados	Tasa de Crecimiento
Datos Históricos	2011	41.021	
	2012	42.053	2,52%
	2013	43.185	2,69%
	2014	43.969	1,82%
	2015	44.780	1,84%
	2016	45.296	1,15%
	2017	46.245	2,10%
Año Base	2018	47.260	2,19%
Proyección	2019	48.135	1,85%
	2020	49.012	1,82%
	2021	49.888	1,79%
	2022	50.763	1,75%
	2023	51.638	1,72%
	2024	52.516	1,70%
	2025	53.392	1,67%
	2026	54.267	1,64%
	2027	55.143	1,61%
	2028	56.021	1,59%
	2029	56.897	1,56%
	2030	57.773	1,54%
	2031	58.649	1,52%
	2032	59.527	1,50%
	2033	60.404	1,47%

Gráfico N° 3: Proyección de Clientes Regulados



1.1.4 Clientes No Regulados

Al 2017 la empresa tiene 20 clientes No Regulados, dónde el más importante corresponde a COLBÚN cuyo consumo representa el 32% de la demanda No Regulada y un 0,45% de la demanda total de la compañía.

Para proyectar la cantidad de estos clientes se asumió que se mantienen constantes durante el período de previsión y que no habrá nuevos clientes.

1.2 POBLACIÓN

Para estimar la proyección de población se utilizó la información georreferenciada del censo nacional 2017 publicada por el INE. De esta manera se pudo determinar con exactitud la población a nivel de manzana que existe dentro del territorio operacional de Aguas Décima: 145.569 habitantes.

La población de la comuna de Valdivia ha crecido a tasas decrecientes en los últimos 4 censos realizados: entre 1982 – 1992 un 2,02% anual, entre 1992 – 2002 un 1,33% anual y entre 2002 – 2017 un 1,17% por año. Con esta tendencia se estimó que la tasa de crecimiento de la población para el período 2017 – 2033 es de 1,06%. Por lo tanto, se estimó que la población abastecida por la compañía crecerá a esa tasa durante el período de previsión.

El índice de habitantes por viviendas es el resultado de la proyección de clientes residenciales y de la población. De esta manera se obtiene una estimación decreciente que es consistente con el comportamiento demográfico histórico.

En la siguiente tabla se presentan los resultados:

Tabla 5: Población en Territorio Operacional

Año		Clientes Residenciales	Habitantes por Vivienda	Población en TO (hab)
Datos Históricos	2011	38.511	3,41	131.295
	2012	39.512	3,41	134.653
	2013	40.645	3,41	138.514
	2014	41.440	3,41	141.217
	2015	42.244	3,41	143.940
	2016	42.748	3,41	145.648
	2017	43.640	3,34	145.569
Año Base	2018	44.641	3,30	147.119
Proyección	2019	45.501	3,27	148.685
	2020	46.365	3,24	150.268
	2021	47.225	3,22	151.868
	2022	48.086	3,19	153.485
	2023	48.947	3,17	155.119
	2024	49.810	3,15	156.770
	2025	50.671	3,13	158.439
	2026	51.531	3,11	160.126
	2027	52.392	3,09	161.831
	2028	53.255	3,07	163.554
	2029	54.116	3,05	165.295
	2030	54.977	3,04	167.055
	2031	55.837	3,02	168.833
	2032	56.700	3,01	170.630
	2033	57.561	3,00	172.446

1.3 COBERTURA DE AGUA POTABLE

La empresa cuenta con 100% de cobertura de agua potable en su territorio operacional, por lo tanto le entrega este servicio a la totalidad de la población.

1.4 POBLACIÓN ABASTECIDA

La población abastecida de agua potable corresponde a la población del Territorio Operacional definida por la cobertura de agua potable. Como la cobertura es de 100%, la población abastecida es la misma que la población del TO para cada año del período analizado (población entregada en tabla N°5).

1.5 CONSUMOS UNITARIOS DE AGUA POTABLE

La proyección de consumos se realizó a partir del consumo medio mensual por cliente (m³/cliente/mes). Como base de datos histórica se tomó el SIFAC de los años 2011 al 2017.

Para producir resultados más estables y representativos, se ha proyectado los consumos unitarios usando las series mensuales y por lo tanto lo que se muestra en las tablas y gráficos a nivel anual corresponde al promedio del consumo unitario observado en el año y se obtiene dividiendo el consumo total anual por la suma de clientes facturados en el año.

1.5.1 Consumos Unitarios de los Clientes Residenciales

Se proyectan consumos unitarios con un crecimiento anual de 1,13% para el horizonte de planificación (15 años). Las tasas de crecimiento tienen una tendencia decreciente. Este comportamiento es consistente con la evolución demográfica esperada en que las personas por hogar disminuyen en función del crecimiento económico esperado del país, y en una estimación de largo plazo debe tomarse esto en consideración.

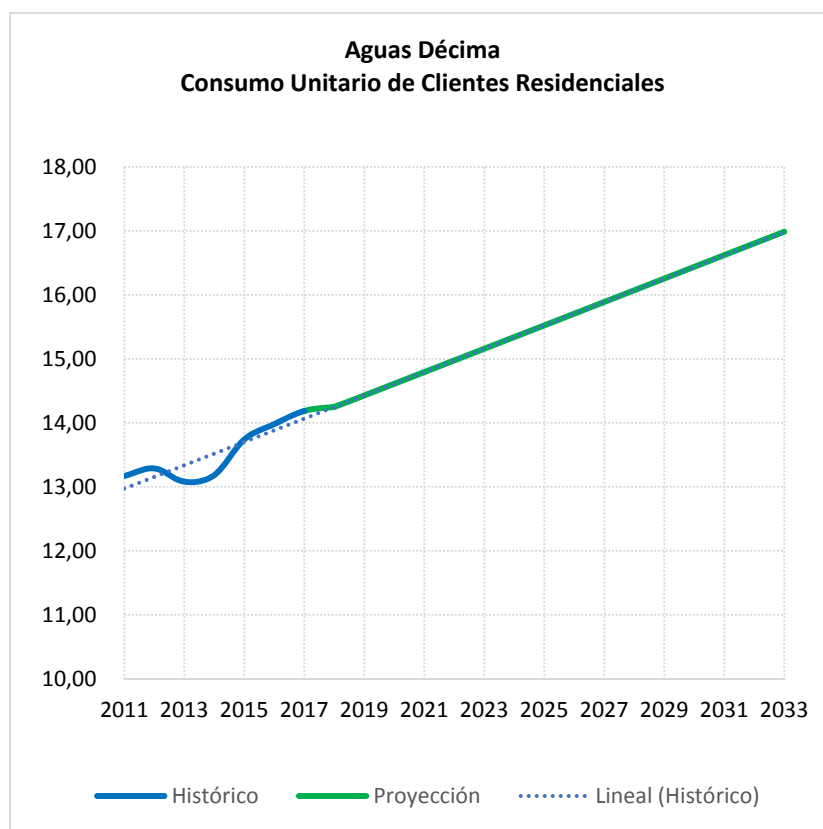
A continuación se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 6: Consumo Unitario Clientes Residenciales¹

Año		Consumo Unitario (m3/cl/mes)	Tasa de Crecimiento
Datos Históricos	2011	13,17	
	2012	13,29	0,90%
	2013	13,08	-1,57%
	2014	13,18	0,79%
	2015	13,74	4,23%
	2016	13,98	1,75%
	2017	14,19	1,47%
Año Base	2018	14,25	0,45%
Proyección	2019	14,43	1,24%
	2020	14,61	1,27%
	2021	14,79	1,25%
	2022	14,98	1,24%
	2023	15,16	1,22%
	2024	15,34	1,21%
	2025	15,52	1,19%
	2026	15,71	1,18%
	2027	15,89	1,16%
	2028	16,07	1,15%
	2029	16,26	1,14%
	2030	16,44	1,12%
	2031	16,62	1,11%
	2032	16,80	1,10%
	2033	16,99	1,09%

¹ Corresponde al consumo unitario calculado con el promedio mensual de clientes durante el año, no con los clientes a diciembre de cada año porque de esa forma se subestima este indicador. De esta manera es posible observar de mejor manera la trayectoria tendencial de esta variable.

Gráfico N° 4: Proyección Consumos Unitarios Clientes Residenciales



1.5.2 Consumos Unitarios de Clientes No Residenciales

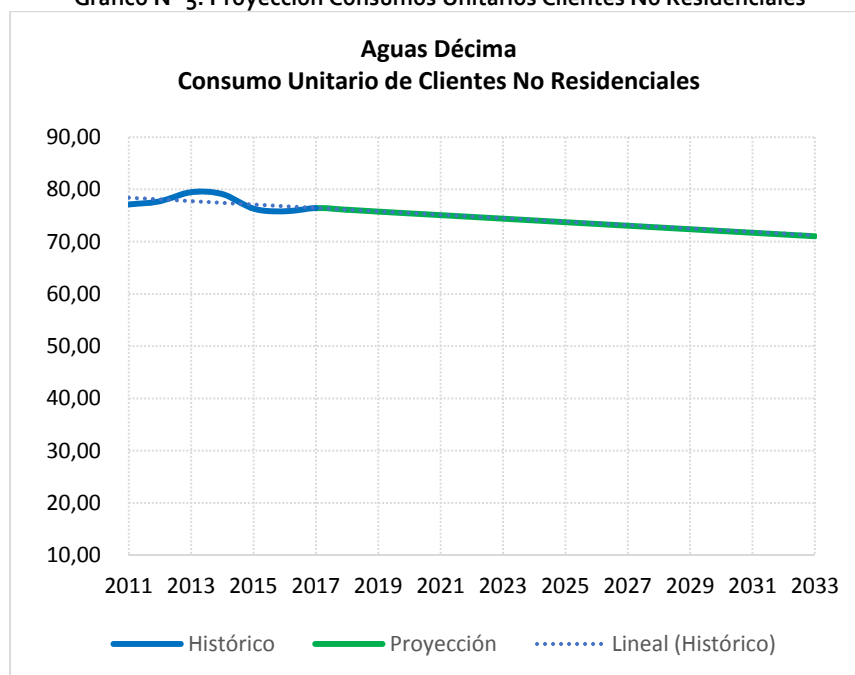
Los consumos unitarios de los clientes no residenciales han disminuido a una tasa anual de -0,15% entre 2011 y 2017, sin embargo desde 2014 a 2017 el ritmo de decrecimiento aumenta a -1,14%. Para los primeros 5 años de la proyección se estimó una tasa promedio de decrecimiento de -0,44% y para el resto del horizonte de previsión la proyección arroja una tasa de -0,46% anual con una trayectoria descendente consistente con lo observado en los registros históricos de largo plazo.

A continuación se presentan los resultados:

Tabla 7: Consumos Unitarios Clientes No Residenciales²

Año		Consumo Unitario (m3/cl/mes)	Tasa de Crecimiento
Datos Históricos	2011	77,11	
	2012	77,73	0,80%
	2013	79,47	2,24%
	2014	79,10	-0,47%
	2015	76,30	-3,53%
	2016	75,79	-0,66%
	2017	76,42	0,83%
Año Base	2018	76,09	-0,43%
Proyección	2019	75,75	-0,45%
	2020	75,41	-0,45%
	2021	75,08	-0,45%
	2022	74,74	-0,45%
	2023	74,40	-0,45%
	2024	74,07	-0,45%
	2025	73,73	-0,45%
	2026	73,39	-0,46%
	2027	73,06	-0,46%
	2028	72,72	-0,46%
	2029	72,38	-0,46%
	2030	72,05	-0,47%
	2031	71,71	-0,47%
	2032	71,37	-0,47%
	2033	71,03	-0,47%

Gráfico N° 5: Proyección Consumos Unitarios Clientes No Residenciales



² Corresponde al consumo unitario calculado con el promedio mensual de clientes durante el año, no con los clientes a diciembre de cada año porque de esa forma se subestima este indicador.

1.6 CONSUMOS REGULADOS TOTALES DE AGUA POTABLE

Los consumos regulados totales corresponden a la suma de los consumos de los clientes residenciales y de los clientes no residenciales. A su vez, el consumo anual de cada tipo de cliente se obtuvo al multiplicar la proyección de esos clientes por la proyección de los consumos unitarios mensuales de esos mismos clientes.

Las dotaciones entregadas en la tabla siguiente se han obtenido de la siguiente manera:

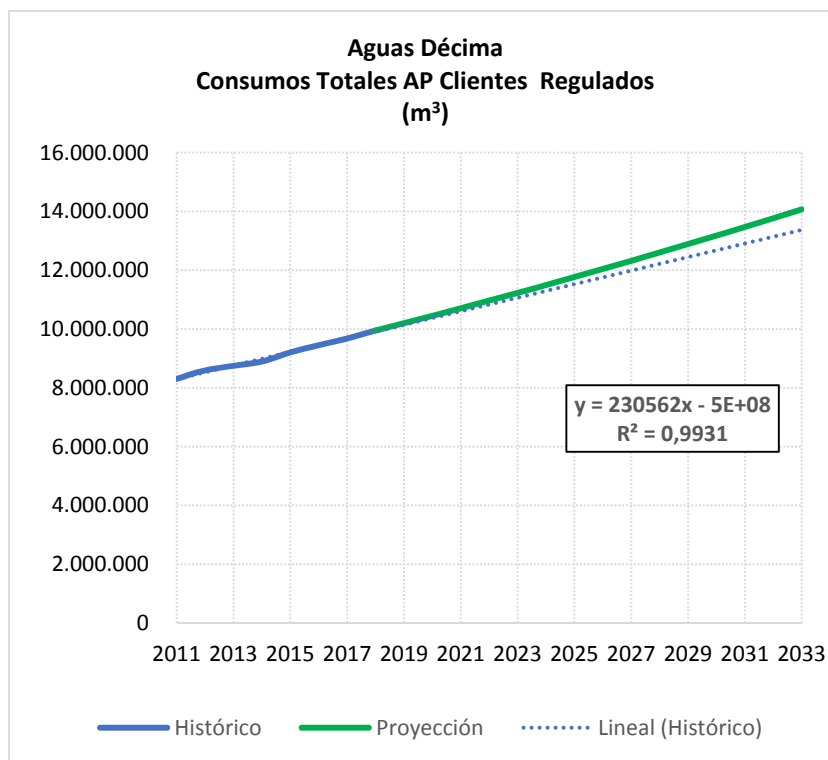
- Consumos unitarios (m³/cl/mes): a partir de los consumos totales regulados dividido por los clientes totales regulados facturados en el año.
- Consumos unitarios (lt/hab/día): a partir de los consumos totales regulados y de la población abastecida.

Tabla 8: Consumos Regulados Totales³

Año		Consumos Residenciales	Consumos No Residenciales	Consumo Regulado Total (m ³ /año)	Cientes Regulados Totales a Dic. (#)	Cientes Regulados Totales Promedio (#)	Consumo Unitario Regulado (m ³ /cl/mes)	Dotación de Consumo (lt/h/d)
Datos Históricos	2011	5.977.590	2.323.893	8.301.482	41.021	40.337	17,15	173,2
	2012	6.228.174	2.368.443	8.596.617	42.053	41.598	17,22	174,9
	2013	6.326.009	2.422.874	8.748.883	43.185	42.845	17,02	173,0
	2014	6.487.178	2.407.841	8.895.020	43.969	43.546	17,02	172,6
	2015	6.889.347	2.315.818	9.205.165	44.780	44.313	17,31	175,2
	2016	7.134.501	2.314.597	9.449.098	45.296	45.072	17,47	177,7
	2017	7.334.771	2.343.302	9.678.073	46.245	45.643	17,67	182,1
Año Base	2018	7.565.676	2.385.686	9.951.362	47.260	46.857	17,70	185,3
Proyección	2019	7.808.610	2.388.017	10.196.627	48.135	47.732	17,80	187,9
	2020	8.059.047	2.390.376	10.449.423	49.012	48.609	17,91	190,5
	2021	8.312.706	2.392.713	10.705.419	49.888	49.485	18,03	193,1
	2022	8.570.076	2.395.007	10.965.083	50.763	50.360	18,14	195,7
	2023	8.831.220	2.397.255	11.228.474	51.638	51.235	18,26	198,3
	2024	9.096.801	2.399.428	11.496.229	52.516	52.113	18,38	200,9
	2025	9.365.571	2.401.578	11.767.149	53.392	52.989	18,51	203,5
	2026	9.638.048	2.403.683	12.041.730	54.267	53.864	18,63	206,0
	2027	9.914.298	2.405.739	12.320.037	55.143	54.740	18,76	208,6
	2028	10.195.025	2.407.717	12.602.742	56.021	55.618	18,88	211,1
	2029	10.478.905	2.409.671	12.888.576	56.897	56.494	19,01	213,6
	2030	10.766.489	2.411.576	13.178.065	57.773	57.370	19,14	216,1
	2031	11.057.847	2.413.431	13.471.277	58.649	58.246	19,27	218,6
	2032	11.353.718	2.415.205	13.768.922	59.527	59.124	19,41	221,1
	2033	11.652.709	2.416.952	14.069.661	60.404	60.000	19,54	223,5

³ El consumo unitario se ha calculado con el promedio mensual de clientes durante el año, no con los clientes a diciembre de cada año porque de esa forma se subestima este indicador. Ejemplo para 2018: $17,15 \times 12 \times 40.337$ da el consumo anual.

Gráfico N° 6: Proyección Consumos Totales de Agua Potable de Clientes Regulados



1.7 CONSUMOS NO REGULADOS DE AGUA POTABLE

Estos clientes se separaron en dos grupos (COLBÚN y el resto) dadas las diferencias de consumos y que COLBÚN es un cliente abastecido directamente desde la etapa de producción de agua potable.

El consumo total de los clientes no regulados se supuso igual y constante al valor del año 2017, para todo el período analizado. Este consumo es igual a 105.921 m³/año.

Los resultados se entregan en la siguiente tabla. En esta tabla se entregan además las dotaciones medias de consumo, expresadas en m³/cl/mes y en lt/hab/día.

Para determinar las dotaciones en lt/hab/día se determinó una población equivalente, tanto para COLBÚN como para el resto de los clientes no regulados. Las poblaciones equivalentes se estimaron en función de la población abastecida y los consumos de agua potable de los clientes residenciales para el año 2017.

En el caso de COLBÚN la población equivalente se estimó igual a 902 habitantes. Este valor se obtuvo considerando los siguientes datos:

- Consumo AP clientes residenciales año 2017: 7.334.771 m³
- Población abastecida año 2017: 149.810 hab
- Consumo COLBÚN año 2017: 44.138 m³
- Población equivalente COLBÚN: $149.810 / 7.334.771 * 44.138 = 902$ hab

Para los otros clientes no regulados, la población equivalente se estimó igual a 1.262 habitantes. Este valor se obtuvo considerando los siguientes datos:

- Consumo AP clientes residenciales año 2017: 7.334.771 m³
- Población abastecida año 2017: 149.810 hab
- Consumo Otros Clientes No Regulados 2017: 61.783 m³
- Población equivalente Otros Clientes No Regulados: $149.810 / 7.334.771 * 61.783 = 1.262$ hab

Tabla 9: Consumos Clientes No Regulados

		COLBÚN			Otros Clientes No Regulados			Consumo Total Clientes No Regulados (m3)
Año		Consumo COLBÚN (m3)	Consumo Unitario (m3/cl/mes)	Dotación de Consumo (l/h/d)	Consumo Otros No Reg (m3)	Consumo Unitario (m3/cl/mes)	Dotación de Consumo (l/h/d)	
Datos Históricos	2011	191.820	15.985	124,7	26.564	1.107	17,27	218.384
	2012	137.075	11.423	126,7	21.324	561	19,71	158.399
	2013	167.296	13.941	125,1	21.342	356	15,96	188.638
	2014	101.329	8.444	125,9	23.984	222	29,79	125.313
	2015	47.477	3.956	131,1	46.741	278	129,10	94.218
	2016	37.522	3.127	134,2	59.159	290	211,59	96.681
	2017	44.138	3.678	138,0	61.783	271	193,23	105.921
Año Base	2018	44.138	3.678	138,0	61.783	257	193,23	105.921
Proyección	2019	44.138	3.678	138,0	61.783	257	193,23	105.921
	2020	44.138	3.678	138,0	61.783	257	193,23	105.921
	2021	44.138	3.678	138,0	61.783	257	193,23	105.921
	2022	44.138	3.678	138,0	61.783	257	193,23	105.921
	2023	44.138	3.678	138,0	61.783	257	193,23	105.921
	2024	44.138	3.678	138,0	61.783	257	193,23	105.921
	2025	44.138	3.678	138,0	61.783	257	193,23	105.921
	2026	44.138	3.678	138,0	61.783	257	193,23	105.921
	2027	44.138	3.678	138,0	61.783	257	193,23	105.921
	2028	44.138	3.678	138,0	61.783	257	193,23	105.921
	2029	44.138	3.678	138,0	61.783	257	193,23	105.921
	2030	44.138	3.678	138,0	61.783	257	193,23	105.921
	2031	44.138	3.678	138,0	61.783	257	193,23	105.921
	2032	44.138	3.678	138,0	61.783	257	193,23	105.921
	2033	44.138	3.678	138,0	61.783	257	193,23	105.921

1.8 CONSUMOS TOTALES DE AGUA POTABLE

Los consumos totales de agua potable corresponden a la suma de los consumos proyectados para los clientes regulados y para los clientes no regulados.

En la siguiente tabla se entregan los consumos totales, considerados para preparar la actualización del Plan de Desarrollo de Aguas Décima S.A.

Las dotaciones entregadas en dicha tabla se han obtenido de la siguiente manera:

- Consumos unitarios (m³/cl/mes): a partir de los consumos totales dividido por los clientes totales y dividido por 12.

- Consumos unitarios (lt/hab/día): a partir de los consumos totales y de la población abastecida (sólo población residencial)

Tabla 10: Consumos Totales de Agua Potable⁴

Año		Clientes Regulados (m3)	Clientes No Regulados (m3)	Consumos Totales (m3)	Clientes Totales a Dic. (#)	Clientes Totales Promedio (#)	Consumo Unitario (m3/cl/mes)	Dotación de Consumo (l/h/d)
Datos Históricos	2011	8.301.482	218.384	8.519.866	41.024	40.340	17,60	177,8
	2012	8.596.617	158.399	8.755.016	42.058	41.602	17,54	178,1
	2013	8.748.883	188.638	8.937.521	43.191	42.851	17,38	176,8
	2014	8.895.020	125.313	9.020.333	43.979	43.556	17,26	175,0
	2015	9.205.165	94.218	9.299.383	44.795	44.328	17,48	177,0
	2016	9.449.098	96.681	9.545.779	45.314	45.090	17,64	179,6
	2017	9.678.073	105.921	9.783.994	46.265	45.663	17,86	184,1
Año Base	2018	9.951.362	105.921	10.057.283	47.280	46.877	17,88	187,3
Proyección	2019	10.196.627	105.921	10.302.548	48.155	47.752	17,98	189,8
	2020	10.449.423	105.921	10.555.344	49.032	48.629	18,09	192,4
	2021	10.705.419	105.921	10.811.340	49.908	49.505	18,20	195,0
	2022	10.965.083	105.921	11.071.004	50.783	50.380	18,31	197,6
	2023	11.228.474	105.921	11.334.395	51.658	51.255	18,43	200,2
	2024	11.496.229	105.921	11.602.150	52.536	52.133	18,55	202,8
	2025	11.767.149	105.921	11.873.070	53.412	53.009	18,67	205,3
	2026	12.041.730	105.921	12.147.651	54.287	53.884	18,79	207,8
	2027	12.320.037	105.921	12.425.958	55.163	54.760	18,91	210,4
	2028	12.602.742	105.921	12.708.663	56.041	55.638	19,03	212,9
	2029	12.888.576	105.921	12.994.497	56.917	56.514	19,16	215,4
	2030	13.178.065	105.921	13.283.986	57.793	57.390	19,29	217,9
	2031	13.471.277	105.921	13.577.198	58.669	58.266	19,42	220,3
	2032	13.768.922	105.921	13.874.843	59.547	59.144	19,55	222,8
	2033	14.069.661	105.921	14.175.582	60.424	60.020	19,68	225,2

1.9 COEFICIENTES DE CONSUMO.

De acuerdo con lo definido por la norma NCh 691 of. 98, es necesario calcular los siguientes coeficientes de consumo:

- Coeficiente del mes de máximo consumo (CMMC): Es el cociente entre el mayor consumo mensual y el consumo medio mensual.
- Coeficiente del día de máximo consumo en el mes de máximo consumo (CDMC): Es el cociente entre el consumo máximo diario y el consumo promedio diario del mes de mayor consumo.
- Factor del día de máximo consumo (FDMC): Corresponde al producto entre el coeficiente del mes de máximo consumo (CMMC) y el coeficiente del día de máximo consumo en el mes de máximo consumo (CDMC).
- Factor de la hora de máximo consumo (FHMC): Es el cociente entre el consumo máximo horario y el consumo promedio horario en el día de consumo máximo diario.
- A continuación se entregan los valores utilizados para determinar el CDMC.

⁴ El consumo unitario se ha calculado con el promedio mensual de clientes durante el año, no con los clientes a diciembre de cada año porque de esa forma se subestima este indicador. Ejemplo para 2018: $17,15 \times 12 \times 40,337$ da el consumo anual.

Tabla 11: Base de Datos Para Determinación del CMMC

	2015	2016	2017
Ene	809.196	840.808	836.421
Feb	887.091	854.286	898.121
Mar	838.678	851.321	850.627
Abr	809.688	838.962	842.087
May	771.749	794.959	778.239
Jun	710.829	768.918	769.540
Jul	723.069	749.561	803.600
Ago	732.358	719.673	759.458
Sept	737.328	745.982	770.533
Oct	733.469	777.684	796.718
Nov	770.119	786.537	817.005
Dic	775.808	817.086	861.647
Total Anual	9.299.383	9.545.779	9.783.994

Promedio	774.949	795.482	815.333
Máximo	887.091	854.286	898.121
CMMC	1,145	1,074	1,102

De acuerdo con lo anterior, y a lo dispuesto en la Guía para Elaboración de Planes de Desarrollo se considera el coeficiente obtenido para el año 2015. En consecuencia, los valores utilizados en la presente actualización del Plan de Desarrollo de Aguas Décima son los siguientes:

Tabla 12: Coeficientes de Consumo

Coeficiente	Valor
CMMC	1,145
CDMC	1,100
FDMC	1,259
FHMC	1,500

1.10 CAUDALES TOTALES DE CONSUMO

A partir de los consumos anuales entregados en la Tabla 10: Consumos Totales de Agua Potable, se determinan los caudales medios de consumo.

El caudal máximo diario corresponde al caudal medio por el factor de día de máximo consumo. El caudal máximo horario corresponde al caudal máximo diario por el factor máximo horario. Los factores señalados corresponden a los valores indicados en la Tabla 12: Coeficientes de Consumo.

A continuación se entregan en la tabla siguiente los caudales totales de Aguas Décima, a nivel de consumo (incluye tanto consumos regulados como no regulados):

Tabla 13: Caudales de Agua Potable a Nivel de Consumo

Año		Caudal Medio (l/s)	Caudal Máximo Diario (l/s)	Caudal Máximo Horario (l/s)
Año Base	2018	318,9	401,6	602,4
Proyección	2019	326,7	411,4	617,0
	2020	334,7	421,5	632,2
	2021	342,8	431,7	647,5
	2022	351,1	442,0	663,1
	2023	359,4	452,6	678,8
	2024	367,9	463,3	694,9
	2025	376,5	474,1	711,1
	2026	385,2	485,0	727,6
	2027	394,0	496,1	744,2
	2028	403,0	507,4	761,2
	2029	412,1	518,8	778,3
	2030	421,2	530,4	795,6
	2031	430,5	542,1	813,2
	2032	440,0	554,0	831,0
	2033	449,5	566,0	849,0

1.11 PÉRDIDAS EN LAS ETAPAS DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN

A continuación se entregan las pérdidas de los últimos 5 años:

Tabla 14: Pérdidas Históricas. Aguas Décima S.A.

Año	Producción (m3)	Distribución (m3)	Pérdidas (%)
2013	11.159.925	8.877.470	20,45%
2014	11.001.492	9.020.333	18,01%
2015	11.133.691	9.299.383	16,48%
2016	11.194.995	9.545.779	14,73%
2017	11.403.349	9.783.994	14,20%

Las pérdidas en la etapa de distribución que se utilizan en la presente actualización del Plan de Desarrollo de Aguas Décima corresponden a las pérdidas reales de la empresa para el año 2017, es decir 14,20%, de acuerdo a lo dispuesto en la Guía de Planes de Desarrollo.

Las pérdidas en la etapa de producción se han estimado en un 5%, ya que no hay mediciones a la entrada de cada PTAP.

Estas pérdidas se producen una a continuación de la otra, es decir, desde el consumidor a la fuente están primero las pérdidas de distribución y a continuación las pérdidas de producción. En términos numéricos esto es:

$$\text{Pérdida Total} = 1 - (1 - 0,1420) * (1 - 0,05) = 0,1849 = 18,49\%$$

1.12 CAUDALES TOTALES A NIVEL DE PRODUCCIÓN

A diferencia de lo indicado en el punto 1.10 Caudales Totales de Consumo, en que se entregaron los consumos medios, máximo diario y máximo horario a nivel total, en la producción es necesario separar a COLBÚN ya que este es consumidor a nivel de producción.

A continuación se entregan los caudales de consumo y de producción, por tipo de cliente.

1.12.1 Caudales de Producción de los Clientes Regulados

En el caso de los clientes regulados (residenciales + no residenciales), el caudal a nivel de producción considera todas las pérdidas, es decir, 5% y 14,20% lo que equivale a un total de 18,49%, y el resultado se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 15: Caudales de Agua Potable Clientes sólo del Territorio Operacional (producción)

Año		Caudales de Consumo			Caudales de Producción		
		Q medio l/s	Q máx diario l/s	Q máx horario l/s	Q medio l/s	Q máx diario l/s	Q máx horario l/s
Año Base	2018	315,6	397,3	596,0	387,1	487,5	731,2
Proyección	2019	323,3	407,1	610,7	396,7	499,5	749,2
	2020	331,3	417,2	625,8	406,5	511,9	767,8
	2021	339,5	427,4	641,2	416,5	524,4	786,6
	2022	347,7	437,8	656,7	426,6	537,1	805,7
	2023	356,1	448,3	672,5	436,8	550,0	825,1
	2024	364,5	459,0	688,5	447,2	563,2	844,7
	2025	373,1	469,8	704,8	457,8	576,4	864,6
	2026	381,8	480,8	721,2	468,5	589,9	884,8
	2027	390,7	491,9	737,9	479,3	603,5	905,3
	2028	399,6	503,2	754,8	490,3	617,4	926,0
	2029	408,7	514,6	771,9	501,4	631,4	947,0
	2030	417,9	526,2	789,3	512,7	645,5	968,3
	2031	427,2	537,9	806,8	524,1	659,9	989,9
	2032	436,6	549,8	824,7	535,7	674,5	1.011,7
	2033	446,1	561,8	842,7	547,4	689,2	1.033,8

Nota: Los caudales medios se obtienen a partir de los consumos anuales

1.12.2 Caudales de Producción de los Clientes No Regulados, sin COLBÚN.

En este caso, el caudal a nivel de producción considera todas las pérdidas, es decir, 18,49%, y el resultado se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 16: Caudales de Agua Potable Clientes No Regulados (sin COLBÚN) (producción)

Año		Caudales de Consumo			Pérdidas			Caudales de Producción	
		Q medio l/s	Q máx diario l/s	Q máx horario l/s	Producción %	Distribución %	Q medio l/s	Q máx diario l/s	Q máx horario l/s
Año Base	2018	2,0	2,5	3,7	5,0%	14,2%	2,4	3,0	4,5
Proyección	2019	2,0	2,5	3,7	5,0%	14,2%	2,4	3,0	4,5
	2020	2,0	2,5	3,7	5,0%	14,2%	2,4	3,0	4,5
	2021	2,0	2,5	3,7	5,0%	14,2%	2,4	3,0	4,5
	2022	2,0	2,5	3,7	5,0%	14,2%	2,4	3,0	4,5
	2023	2,0	2,5	3,7	5,0%	14,2%	2,4	3,0	4,5
	2024	2,0	2,5	3,7	5,0%	14,2%	2,4	3,0	4,5
	2025	2,0	2,5	3,7	5,0%	14,2%	2,4	3,0	4,5
	2026	2,0	2,5	3,7	5,0%	14,2%	2,4	3,0	4,5
	2027	2,0	2,5	3,7	5,0%	14,2%	2,4	3,0	4,5
	2028	2,0	2,5	3,7	5,0%	14,2%	2,4	3,0	4,5
	2029	2,0	2,5	3,7	5,0%	14,2%	2,4	3,0	4,5
	2030	2,0	2,5	3,7	5,0%	14,2%	2,4	3,0	4,5
	2031	2,0	2,5	3,7	5,0%	14,2%	2,4	3,0	4,5
	2032	2,0	2,5	3,7	5,0%	14,2%	2,4	3,0	4,5
	2033	2,0	2,5	3,7	5,0%	14,2%	2,4	3,0	4,5

Nota: Los caudales medios se obtienen a partir de los consumos anuales

1.12.3 Caudales de Producción de COLBÚN

En este caso, el caudal a nivel de producción considera sólo las pérdidas de producción, 5%, ya que este cliente no es parte de la etapa de distribución de Aguas Décima (se ubica a la salida PTAP Cuesta de Soto).

En la tabla siguiente se entregan los caudales de COLBÚN:

Tabla 17: Caudales de Agua Potable. Cliente COLBÚN (producción)

Año		Caudales de Consumo			Pérdidas			Caudales de Producción	
		Q medio l/s	Q máx diario l/s	Q máx horario l/s	Producción %	Distribución %	Q medio l/s	Q máx diario l/s	Q máx horario l/s
Año Base	2018	1,4	1,8	2,6	5,0%	0,0%	1,5	1,9	2,8
Proyección	2019	1,4	1,8	2,6	5,0%	0,0%	1,5	1,9	2,8
	2020	1,4	1,8	2,6	5,0%	0,0%	1,5	1,9	2,8
	2021	1,4	1,8	2,6	5,0%	0,0%	1,5	1,9	2,8
	2022	1,4	1,8	2,6	5,0%	0,0%	1,5	1,9	2,8
	2023	1,4	1,8	2,6	5,0%	0,0%	1,5	1,9	2,8
	2024	1,4	1,8	2,6	5,0%	0,0%	1,5	1,9	2,8
	2025	1,4	1,8	2,6	5,0%	0,0%	1,5	1,9	2,8
	2026	1,4	1,8	2,6	5,0%	0,0%	1,5	1,9	2,8
	2027	1,4	1,8	2,6	5,0%	0,0%	1,5	1,9	2,8
	2028	1,4	1,8	2,6	5,0%	0,0%	1,5	1,9	2,8
	2029	1,4	1,8	2,6	5,0%	0,0%	1,5	1,9	2,8
	2030	1,4	1,8	2,6	5,0%	0,0%	1,5	1,9	2,8
	2031	1,4	1,8	2,6	5,0%	0,0%	1,5	1,9	2,8
	2032	1,4	1,8	2,6	5,0%	0,0%	1,5	1,9	2,8
	2033	1,4	1,8	2,6	5,0%	0,0%	1,5	1,9	2,8

1.1.1. Caudales Totales a Nivel de Producción

El caudal total de producción, considerando todos los clientes de la empresa, regulados y no regulados, es el resultado de la suma de los caudales entregados en la Tabla 15, Tabla 16 y Tabla 17

A continuación se entregan dichos resultados:

Tabla 18: Caudales de Agua Potable. Aguas Décima S.A. (producción)

Año		Caudales de Consumo			Caudales de Producción		
		Q medio l/s	Q máx diario l/s	Q máx horario l/s	Q medio l/s	Q máx diario l/s	Q máx horario l/s
Año Base	2018	318,9	401,6	602,4	391,0	492,4	738,5
Proyección	2019	326,7	411,4	617,0	400,6	504,4	756,6
	2020	334,7	421,5	632,2	410,4	516,8	775,1
	2021	342,8	431,7	647,5	420,3	529,3	793,9
	2022	351,1	442,0	663,1	430,5	542,0	813,0
	2023	359,4	452,6	678,8	440,7	554,9	832,4
	2024	367,9	463,3	694,9	451,1	568,0	852,1
	2025	376,5	474,1	711,1	461,7	581,3	872,0
	2026	385,2	485,0	727,6	472,3	594,8	892,1
	2027	394,0	496,1	744,2	483,2	608,4	912,6
	2028	403,0	507,4	761,2	494,2	622,2	933,4
	2029	412,1	518,8	778,3	505,3	636,2	954,4
	2030	421,2	530,4	795,6	516,5	650,4	975,6
	2031	430,5	542,1	813,2	527,9	664,8	997,2
	2032	440,0	554,0	831,0	539,5	679,4	1.019,0
	2033	449,5	566,0	849,0	551,2	694,1	1.041,1

2 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS

A continuación se entrega una explicación de los criterios adoptados y cálculos efectuados para determinar la demanda de alcantarillado de Aguas Servidas.

2.1 CLIENTES DE AGUAS SERVIDAS

La proyección de clientes de aguas servidas se ha realizado considerando por separado los clientes residenciales, los clientes no residenciales y los clientes con fuente propia, todos ellos dentro del territorio operacional. Los clientes no regulados son solamente clientes de agua potable.

Como base de datos histórica se tomó el SIFAC de los años 2011 al 2017.

2.1.1 Clientes Residenciales de Aguas Servidas

Los clientes residenciales de aguas servidas, para cada año del período de previsión analizado, se determinaron de la siguiente manera:

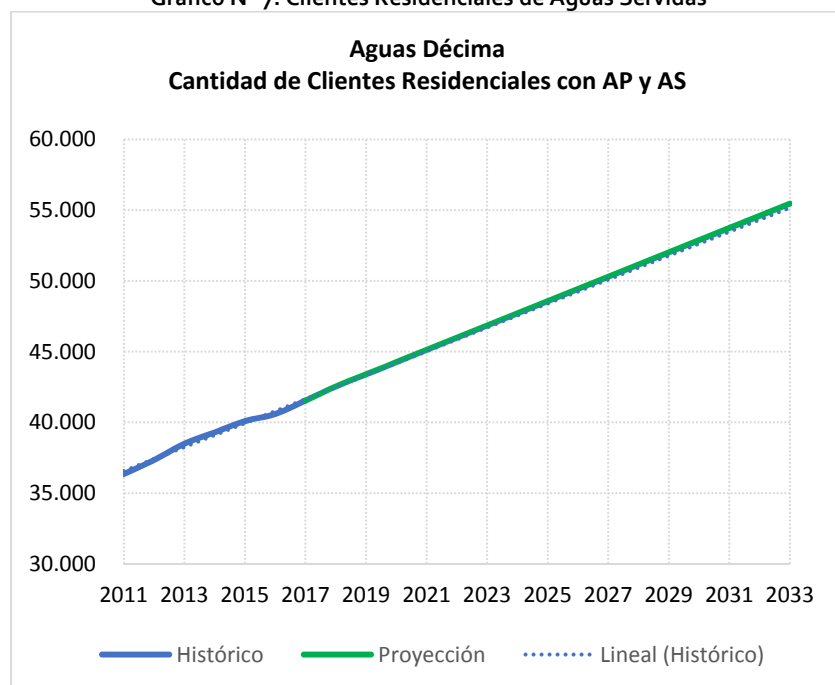
- Como punto de partida se toma el año 2017 en que, a diciembre, se cuenta con 41.539 clientes de Aguas Servidas (que corresponden a una cobertura de 94,98%).
- Luego, cada nuevo cliente de agua potable que se incorpore será cliente tanto de AP como de AS.
- Los clientes que para el año 2017 no se han conectado al alcantarillado, se mantienen constantes durante todo el período.

En la tabla y gráficos siguientes se presentan los resultados obtenidos con la metodología señalada anteriormente.

Tabla 19: Clientes Residenciales de Aguas Servidas

Año		Clientes Residenciales de AS	Nuevos Clientes de AP (serán clientes de AP y AS)	Clientes Residenciales de AS	Clientes Residenciales de AP	Cobertura de Alcantarillado (%)
Datos Históricos	2011	36.345		36.345	38.511	94,4%
	2012	37.340		37.340	39.512	94,5%
	2013	38.490		38.490	40.645	94,7%
	2014	39.293		39.293	41.440	94,8%
	2015	40.090		40.090	42.244	94,9%
	2016	40.589		40.589	42.748	94,9%
	2017	41.539		41.539	43.640	95,2%
Año Base	2018		1.001	42.540	44.641	95,3%
Proyección	2019		861	43.400	45.501	95,4%
	2020		863	44.264	46.365	95,5%
	2021		861	45.124	47.225	95,6%
	2022		861	45.985	48.086	95,6%
	2023		861	46.846	48.947	95,7%
	2024		863	47.709	49.810	95,8%
	2025		861	48.570	50.671	95,9%
	2026		861	49.430	51.531	95,9%
	2027		861	50.291	52.392	96,0%
	2028		863	51.154	53.255	96,1%
	2029		861	52.015	54.116	96,1%
	2030		861	52.876	54.977	96,2%
	2031		861	53.736	55.837	96,2%
	2032		863	54.599	56.700	96,3%
	2033		861	55.460	57.561	96,3%

Gráfico N° 7: Clientes Residenciales de Aguas Servidas



2.1.2 Clientes No Residenciales

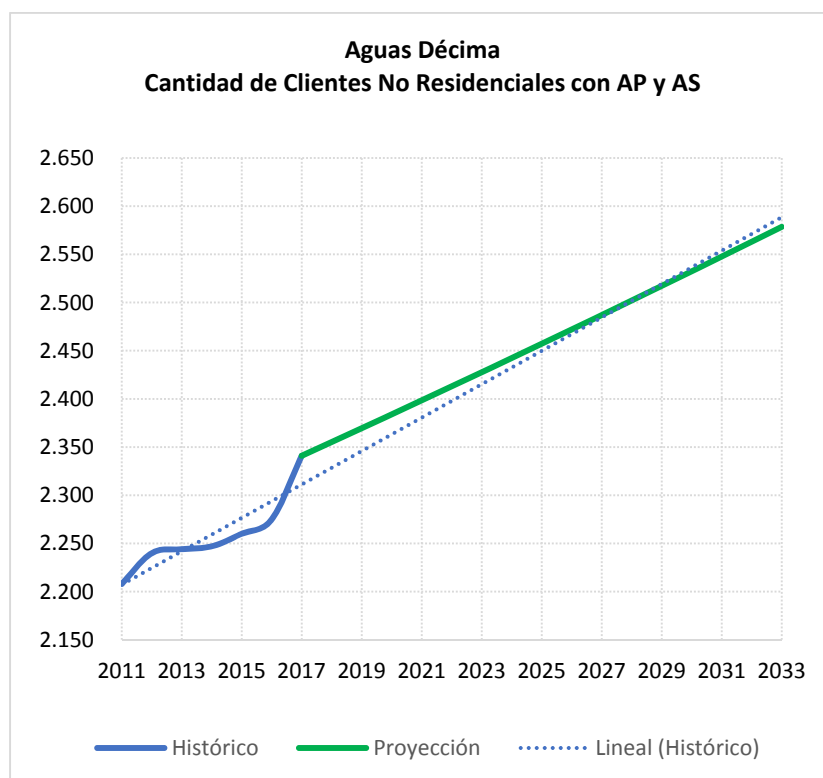
Como criterio para proyectar se ha supuesto que cada nuevo cliente no residencial tiene AP y AS. En cuanto a los clientes que para el año 2017 no se han conectado al alcantarillado, estos se mantienen constantes durante todo el período.

En la tabla y gráficos siguientes se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 20: Clientes No Residenciales de Aguas Servidas

Año		Clientes No Residenciales de AS	Nuevos Clientes de AP (serán clientes de AP y AS)	Clientes No Residenciales de AS
Datos Históricos	2011	2.208		2.208
	2012	2.240		2.240
	2013	2.244		2.244
	2014	2.247		2.247
	2015	2.260		2.260
	2016	2.275		2.275
	2017	2.341		2.341
Año Base	2018		14	2.355
Proyección	2019		14	2.370
	2020		14	2.384
	2021		14	2.398
	2022		15	2.413
	2023		15	2.428
	2024		15	2.442
	2025		15	2.457
	2026		15	2.472
	2027		15	2.487
	2028		15	2.502
	2029		15	2.517
	2030		15	2.532
	2031		15	2.548
	2032		15	2.563
	2033		15	2.579

Gráfico N° 8: Clientes No Residenciales de Aguas Servidas



2.1.3 Clientes con Fuente Propia.

Los clientes con fuente propia corresponden a los clientes que sólo tienen servicio de alcantarillado (agua potable propia). Como criterio para proyectar estos clientes se ha considerado que se mantienen constantes durante todo el período analizado. La empresa cuenta con tres clientes con fuente propia y que corresponde a clientes institucionales identificados como VALCUER, PACEL y HOSPITAL.

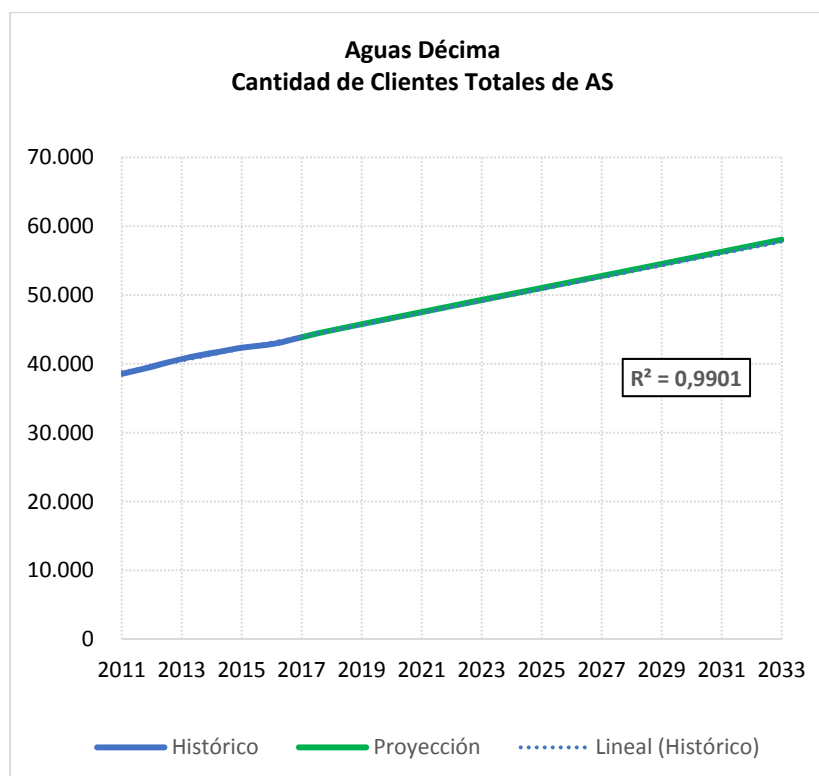
2.1.4 Clientes Totales de Aguas Servidas.

Los clientes totales de aguas servidas corresponden a la suma de todos los clientes de aguas servidas, incluidos los 3 clientes con fuente propia. En la tabla y gráficos siguientes se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 21: Clientes Totales de Aguas Servidas

Año		Clientes Residenciales	Clientes No Residenciales	Clientes AP y AS Totales	Clientes con Fuente Propia	Clientes Totales de AS
Datos Históricos	2011	36.345	2.208	38.553	3	38.556
	2012	37.340	2.240	39.580	3	39.583
	2013	38.490	2.244	40.734	3	40.737
	2014	39.293	2.247	41.540	3	41.543
	2015	40.090	2.260	42.350	3	42.353
	2016	40.589	2.275	42.864	3	42.867
	2017	41.539	2.341	43.880	3	43.883
Año Base	2018	42.540	2.355	44.895	3	44.898
Proyección	2019	43.400	2.370	45.770	3	45.773
	2020	44.264	2.384	46.647	3	46.650
	2021	45.124	2.398	47.523	3	47.526
	2022	45.985	2.413	48.398	3	48.401
	2023	46.846	2.428	49.273	3	49.276
	2024	47.709	2.442	50.151	3	50.154
	2025	48.570	2.457	51.027	3	51.030
	2026	49.430	2.472	51.902	3	51.905
	2027	50.291	2.487	52.778	3	52.781
	2028	51.154	2.502	53.656	3	53.659
	2029	52.015	2.517	54.532	3	54.535
	2030	52.876	2.532	55.408	3	55.411
	2031	53.736	2.548	56.284	3	56.287
	2032	54.599	2.563	57.162	3	57.165
	2033	55.460	2.579	58.039	3	58.042

Gráfico N° 9: Clientes Totales de Aguas Servidas



2.1.5 Población Saneada y Coberturas.

La cobertura de aguas servidas se determinó en función de los clientes residenciales de agua potable y de alcantarillado. La cobertura actual de aguas servidas (año 2017) es de 95,2% (la empresa cuenta con 43.640 clientes residenciales de agua potable, de los cuales 41.539 cuentan con alcantarillado).

Se espera para el año 2022 (año 5 del período de previsión) contar con una cobertura del 95,6% en población residencial y para en el año 2033 (año 15 del período de previsión) aumentar a 96,3%.

La población saneada corresponderá a la población de agua potable, por la cobertura de aguas servidas. A continuación, en la tabla siguiente, se entrega la población saneada y la cobertura de aguas servidas proyectada.

Tabla 22: Población Saneada

Año		Población en TO (hab)	Cobertura de Alcantarillado (%)	Población Saneada (hab)
Datos Históricos	2011	131.295	94,4%	123.910
	2012	134.653	94,5%	127.251
	2013	138.514	94,7%	131.170
	2014	141.217	94,8%	133.901
	2015	143.940	94,9%	136.601
	2016	145.648	94,9%	138.292
	2017	145.569	95,2%	138.561
Año Base	2018	147.119	95,3%	140.195
Proyección	2019	148.685	95,4%	141.820
	2020	150.268	95,5%	143.459
	2021	151.868	95,6%	145.112
	2022	153.485	95,6%	146.779
	2023	155.119	95,7%	148.461
	2024	156.770	95,8%	150.157
	2025	158.439	95,9%	151.869
	2026	160.126	95,9%	153.597
	2027	161.831	96,0%	155.341
	2028	163.554	96,1%	157.102
	2029	165.295	96,1%	158.878
	2030	167.055	96,2%	160.671
	2031	168.833	96,2%	162.480
	2032	170.630	96,3%	164.307
	2033	172.446	96,3%	166.152

2.2 CONSUMOS UNITARIOS DE ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS. CLIENTES REGULADOS

La proyección de consumos unitarios se realizó a partir del consumo medio mensual por cliente (m³/cliente/mes) de aguas servidas, para cada tipo de cliente analizado.

La proyección de consumos se realizó a partir del consumo medio mensual por cliente (m³/cliente/mes). Como base de datos histórica se tomó el SIFAC de los años 2011 al 2017.

2.2.1 Consumos Unitarios de los Clientes Residenciales

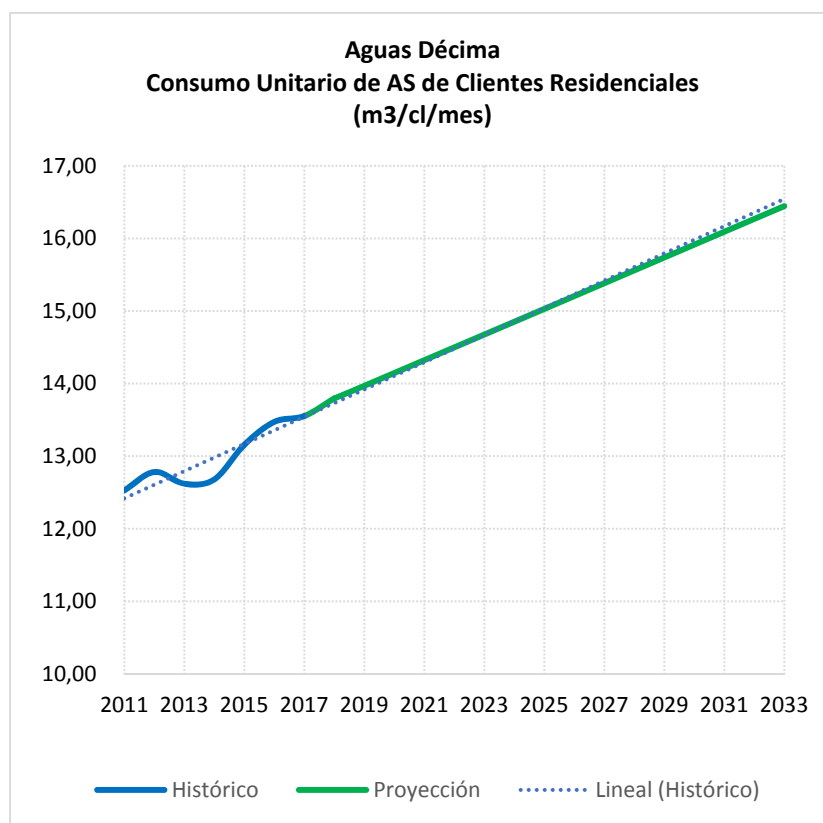
Como criterio para proyectar los consumos unitarios de los clientes residenciales, expresados en m³/cliente/mes, se supuso, al igual que los clientes residenciales de aguas servidas, que todos los consumos futuros serán consumos de AP y AS.

En los últimos 3 años (2015 – 2017) el consumo unitario de aguas servidas ha sido en promedio un 96,81% del consumo unitario de agua potable y con una tendencia estable. Por lo tanto, se asumió que en el horizonte de proyección se mantendrá esta misma relación.

Tabla 23: Consumos Unitarios de AS de Clientes Residenciales (m³/cl/mes)

Año		Consumo Unitario (m ³ /cl/mes)	Tasa de Crecimiento
Datos Históricos	2011	12,53	
	2012	12,78	2,02%
	2013	12,62	-1,27%
	2014	12,68	0,47%
	2015	13,16	3,76%
	2016	13,47	2,40%
	2017	13,55	0,60%
Año Base	2018	13,80	1,79%
Proyección	2019	13,97	1,24%
	2020	14,14	1,27%
	2021	14,32	1,25%
	2022	14,50	1,24%
	2023	14,67	1,22%
	2024	14,85	1,21%
	2025	15,03	1,19%
	2026	15,21	1,18%
	2027	15,38	1,16%
	2028	15,56	1,15%
	2029	15,74	1,14%
	2030	15,91	1,12%
	2031	16,09	1,11%
	2032	16,27	1,10%
	2033	16,45	1,09%

Gráfico N° 10: Proyección de Consumos Unitarios de Aguas Servidas Clientes Residenciales



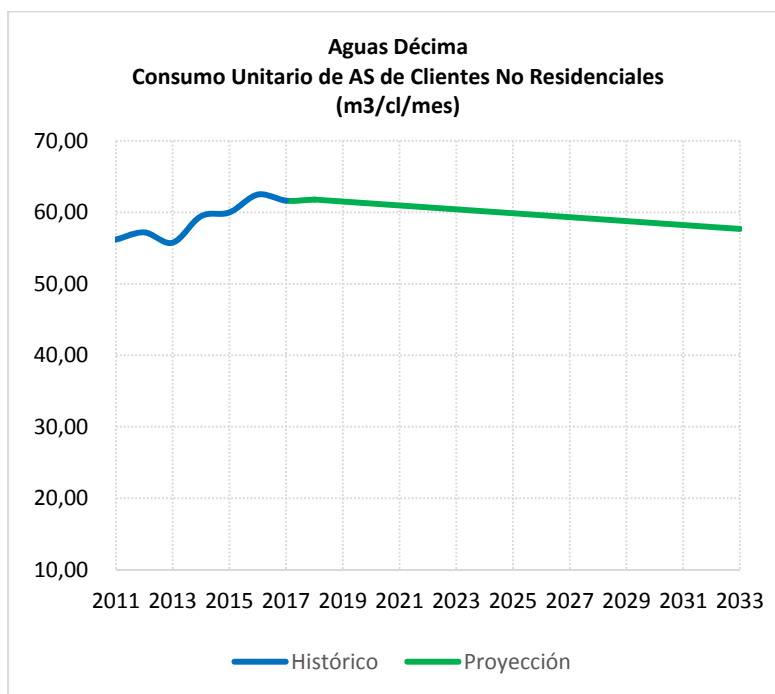
2.2.2 Consumos Unitarios de Clientes No Residenciales.

Como criterio para proyectar, se supuso, al igual que los clientes no residenciales de aguas servidas, que todos los nuevos consumos futuros, serán consumos de AP y AS. A continuación se entregan los resultados obtenidos.

Tabla 24: Consumos Unitarios de Aguas Servidas de Clientes No Residenciales

Año		Consumo Unitario (m3/cl/mes)	Tasa de Crecimiento
Datos Históricos	2011	56,18	
	2012	57,19	1,79%
	2013	55,75	-2,52%
	2014	59,46	6,66%
	2015	59,99	0,89%
	2016	62,49	4,17%
	2017	61,63	-1,37%
Año Base	2018	61,78	0,25%
Proyección	2019	61,51	-0,45%
	2020	61,23	-0,45%
	2021	60,96	-0,45%
	2022	60,69	-0,45%
	2023	60,41	-0,45%
	2024	60,14	-0,45%
	2025	59,87	-0,45%
	2026	59,59	-0,46%
	2027	59,32	-0,46%
	2028	59,05	-0,46%
	2029	58,77	-0,46%
	2030	58,50	-0,47%
	2031	58,23	-0,47%
	2032	57,95	-0,47%
	2033	57,68	-0,47%

Gráfico N° 11: Proyección Consumos Unitarios de Aguas Servidas. Clientes No Residenciales



2.2.3 Consumos Unitarios de Clientes con Fuente Propia.

En el caso de los tres clientes con fuente propia, como criterio para proyectar se mantuvo constante durante todo el período el consumo del año 2017, que fue igual a 215.105 m³/año.

El detalle de consumo de agua potable de cada uno de los tres clientes considerados en esta categoría es el siguiente:

Cliente	Consumo Anual (m ³)
VALCUER	2.397
PACEL	14.984
HOSPITAL	197.724
TOTAL	215.105

2.3 CONSUMOS TOTALES DE AGUAS SERVIDAS

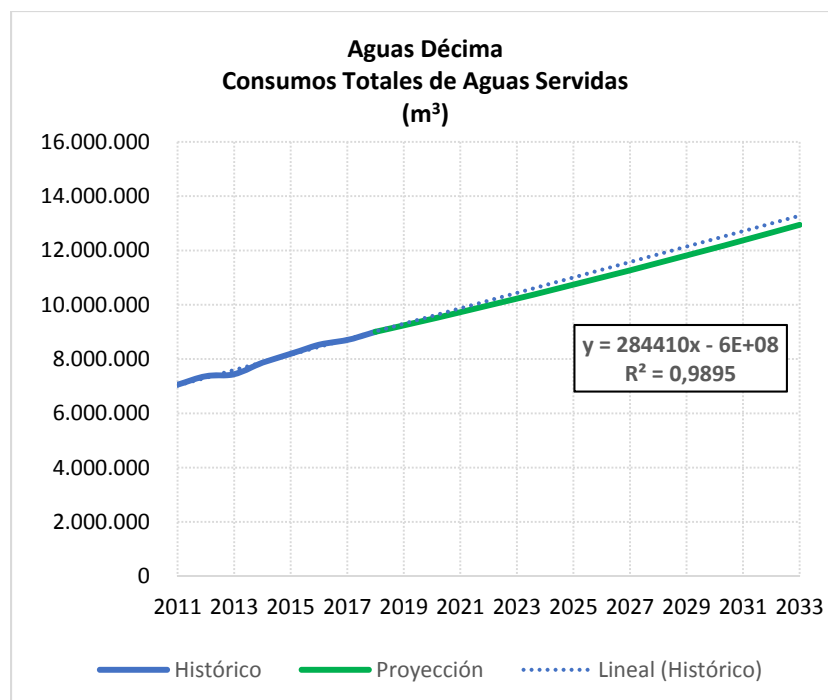
Los consumos totales de aguas servidas (consumo de AP de los clientes con AP y AS) corresponden a la suma de los consumos de todos los clientes regulados (residenciales, no residenciales y clientes con fuente propia).

En la tabla y gráfico siguientes se presentan los resultados obtenidos

Tabla 25: Consumos Totales de Aguas Servidas

Año		Cientes Residenciales (m3/año)	Cientes No Residenciales (m3/año)	Cientes con AP y AS (m3/año)	Cientes con Fuente Propia (m3/año)	Consumos Totales AS (m3/año)
Datos Históricos	2011	5.464.085	1.488.647	6.952.732	102.716	7.055.448
	2012	5.727.342	1.537.301	7.264.643	103.068	7.367.711
	2013	5.828.923	1.501.198	7.330.121	110.656	7.440.777
	2014	5.978.415	1.603.262	7.581.677	283.329	7.865.006
	2015	6.329.190	1.626.868	7.956.058	233.953	8.190.011
	2016	6.561.927	1.705.889	8.267.815	258.872	8.526.687
	2017	6.755.530	1.731.292	8.486.822	215.105	8.701.927
Año Base	2018	7.042.224	1.746.206	8.788.430	215.105	9.003.535
Proyección	2019	7.273.908	1.748.978	9.022.886	215.105	9.237.991
	2020	7.512.765	1.751.766	9.264.531	215.105	9.479.636
	2021	7.754.681	1.754.535	9.509.217	215.105	9.724.322
	2022	8.000.225	1.757.269	9.757.494	215.105	9.972.599
	2023	8.249.422	1.759.965	10.009.387	215.105	10.224.492
	2024	8.502.942	1.762.602	10.265.544	215.105	10.480.649
	2025	8.759.487	1.765.219	10.524.705	215.105	10.739.810
	2026	9.019.656	1.767.798	10.787.453	215.105	11.002.558
	2027	9.283.478	1.770.337	11.053.816	215.105	11.268.921
	2028	9.551.662	1.772.816	11.324.478	215.105	11.539.583
	2029	9.822.833	1.775.273	11.598.106	215.105	11.813.211
	2030	10.097.628	1.777.690	11.875.318	215.105	12.090.423
	2031	10.376.076	1.780.066	12.156.142	215.105	12.371.247
	2032	10.658.923	1.782.378	12.441.301	215.105	12.656.406
	2033	10.944.722	1.784.667	12.729.388	215.105	12.944.493

Gráfico N° 12: Proyección Consumos Totales de Aguas Servidas



2.4 COEFICIENTE DE RECUPERACIÓN.

Se ha utilizado el mismo coeficiente de recuperación presentado por la empresa en su último estudio de tarifas, igual a 0,847.

2.5 COEFICIENTE DE HARMON.

Al multiplicar el coeficiente de Harmon por el caudal medio de aguas servidas, se obtiene el caudal máximo instantáneo de aguas servidas.

El coeficiente de HARMON se utiliza cuando la población "P" es mayor que 1.000 habitantes. La fórmula para calcularlo es la siguiente:

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P/1.000}}$$

2.6 CÁLCULO DE CAUDAL MÁXIMO PARA POBLACIONES MENORES A 1.000 HABITANTES

El caudal máximo, para poblaciones menores a 1.000 hab., se calcula interpolando en forma lineal entre los valores límites de los coeficientes determinados por las fórmulas de Harmon y de la Boston Society of Civil Engineers.

La fórmula resultante es la siguiente:

$$Q_{\max inst} = \frac{\left(\frac{3.800 * D}{86.400}\right) - 3,6}{900} * (P - 100) + 3,6$$

En dónde:

D = dotación de aguas servidas (expresada en l/hab/día, incluyendo factor de recuperación).

P = Población saneada.

2.7 CAUDALES DE AGUAS SERVIDAS

Con los datos entregados en los puntos anteriores es posible determinar los caudales medios y máximo instantáneo de aguas servidas, tanto para los clientes con AP y AS como para los clientes con fuente propia.

A continuación se entregan estos resultados.

2.7.1 Caudales de AS de Clientes con AP y AS

En la tabla siguiente se entrega además las dotaciones de consumo, expresadas en m³/cl/mes y en lt/hab/día.

Las dotaciones se han obtenido de la siguiente manera:

- Consumos unitarios (m³/cl/mes): a partir de los consumos totales, de AP y AS, por el factor de recuperación dividido por los clientes de AS y dividido por 12.
- Consumos unitarios (lt/hab/día): a partir de los consumos totales, de AP y AS, y de la población saneada (sólo población residencial).

Tabla 26: Caudales de Aguas Servidas. Clientes con AP y AS

Año		Población Saneada (hab)	Cientes de AP y AS (#)	Consumo Cl con AP y AS (m3)	Factor de Recuperación	Dotación de consumo (m3/cl/mes)	Dotación de consumo (lt/hab/día)	Q Medio de AS (l/s)	Coeficiente de HARMON	Caudal Máximo Instantáneo (l/s)
Año Base	2018	140.195	44.895	8.788.430	0,847	13,8	145,5	236,0	1,884	444,7
Proyección	2019	141.820	45.770	9.022.886	0,847	13,9	147,6	242,3	1,880	455,6
	2020	143.459	46.647	9.264.531	0,847	14,0	149,9	248,8	1,876	466,9
	2021	145.112	47.523	9.509.217	0,847	14,1	152,1	255,4	1,872	478,2
	2022	146.779	48.398	9.757.494	0,847	14,2	154,3	262,1	1,869	489,7
	2023	148.461	49.273	10.009.387	0,847	14,3	156,5	268,8	1,865	501,4
	2024	150.157	50.151	10.265.544	0,847	14,4	158,6	275,7	1,861	513,2
	2025	151.869	51.027	10.524.705	0,847	14,6	160,8	282,7	1,858	525,1
	2026	153.597	51.902	10.787.453	0,847	14,7	163,0	289,7	1,854	537,2
	2027	155.341	52.778	11.053.816	0,847	14,8	165,1	296,9	1,850	549,3
	2028	157.102	53.656	11.324.478	0,847	14,9	167,3	304,2	1,847	561,7
	2029	158.878	54.532	11.598.106	0,847	15,0	169,4	311,5	1,843	574,1
	2030	160.671	55.408	11.875.318	0,847	15,1	171,5	318,9	1,840	586,7
	2031	162.480	56.284	12.156.142	0,847	15,2	173,6	326,5	1,836	599,4
	2032	164.307	57.162	12.441.301	0,847	15,4	175,7	334,2	1,832	612,3
	2033	166.152	58.039	12.729.388	0,847	15,5	177,8	341,9	1,829	625,3

2.7.2 Caudales de AS de Clientes con Fuente Propia

En el caso de los clientes con fuente propia, para determinar el caudal máximo instantáneo, se debe determinar el valor del coeficiente de HARMON. Para ello es necesario contar con una cierta población equivalente. Esta población se estimó en función de la población saneada y consumos de aguas servidas del año 2017. Los datos usados para el cálculo son los siguientes (ver la Tabla 21, la Tabla 22 y la Tabla 25 anteriores).

Tabla 27: Población Equivalente Clientes con Fuente Propia

Año	Consumo AS (m3)	Clientes Resid AS (#)	Población Saneada (hab)	Consumo AS Clientes Con fuente propia (m3)	Población Equivalente Saneada (hab)
2017	6.755.530	41.539	138.561	215.105	4.412

De acuerdo con la tabla anterior, y dado que el consumo de aguas servidas de los clientes con fuente propia es constante durante todo el período (215.105 m³), la población saneada será igual a 4.542 habitantes durante todo el período.

En la tabla siguiente se entregan los caudales medios y máximos instantáneos asociados a los clientes con fuente propia. También se entregan las dotaciones de consumo, expresadas en m³/cl/mes y en lt/hab/día.

Estas dotaciones de aguas servidas se han obtenido de la siguiente manera:

- Consumos unitarios (m³/cl/mes): a partir de los consumos de los clientes con fuente propia, por el factor de recuperación dividido por los clientes con fuente propia y dividido por 12.
- Consumos unitarios (lt/hab/día): a partir de los consumos de los clientes con fuente propia y de la población equivalente determinada en la Tabla 27: Población Equivalente Clientes con Fuente Propia Tabla 27.

Tabla 28: Caudales de Aguas Servidas Clientes con Fuente Propia

Año		Población Equivalente (hab)	Clientes AS con Fuente Propia (#)	Consumo CI Fuente Propia (m3)	Factor de Recuperación	Dotación de consumo (m3/cl/mes)	Dotación de consumo (lt/hab/día)	Q Medio de AS (l/s)	Coeficiente de HARMON	Caudal Máximo Instantáneo (l/s)
Año Base	2018	4.412	3	215.105	0,847	5.061	113,1	5,8	3,3	19,0
Proyección	2019	4.412	3	215.105	0,847	5.061	113,1	5,8	3,3	19,0
	2020	4.412	3	215.105	0,847	5.061	113,1	5,8	3,3	19,0
	2021	4.412	3	215.105	0,847	5.061	113,1	5,8	3,3	19,0
	2022	4.412	3	215.105	0,847	5.061	113,1	5,8	3,3	19,0
	2023	4.412	3	215.105	0,847	5.061	113,1	5,8	3,3	19,0
	2024	4.412	3	215.105	0,847	5.061	113,1	5,8	3,3	19,0
	2025	4.412	3	215.105	0,847	5.061	113,1	5,8	3,3	19,0
	2026	4.412	3	215.105	0,847	5.061	113,1	5,8	3,3	19,0
	2027	4.412	3	215.105	0,847	5.061	113,1	5,8	3,3	19,0
	2028	4.412	3	215.105	0,847	5.061	113,1	5,8	3,3	19,0
	2029	4.412	3	215.105	0,847	5.061	113,1	5,8	3,3	19,0
	2030	4.412	3	215.105	0,847	5.061	113,1	5,8	3,3	19,0
	2031	4.412	3	215.105	0,847	5.061	113,1	5,8	3,3	19,0
	2032	4.412	3	215.105	0,847	5.061	113,1	5,8	3,3	19,0
	2033	4.412	3	215.105	0,847	5.061	113,1	5,8	3,3	19,0

2.7.3 Caudales Totales de Aguas Servidas

Los caudales totales de aguas servidas corresponden a la suma de los caudales entregados en la Tabla 26 y la Tabla 28 anteriores.

También se entregan las dotaciones de consumo, expresadas en m³/cl/mes y en lt/hab/día. Estas dotaciones de aguas servidas se han obtenido de la siguiente manera:

- Consumos unitarios (m³/cl/mes): a partir de los consumos de AS totales por el factor de recuperación dividido por los clientes de AS totales y dividido por 12.
- Consumos unitarios (lt/hab/día): a partir de los consumos de AS de los clientes totales y de la población saneada (residencial).

Tabla 29: Caudales Totales de Aguas Servidas

Año		Población Equivalente (hab)	Clientes Totales de AS (#)	Consumo Total AS (m3)	Factor de Recuperación	Dotación de consumo (m3/cl/mes)	Dotación de consumo (lt/hab/día)	Q Medio de AS (l/s)	Caudal Máximo Instantáneo (l/s)
Año Base	2018	144.607	44.898	9.003.535	0,847	14,2	144,5	241,8	463,7
Proyección	2019	146.232	45.773	9.237.991	0,847	14,2	146,6	248,1	474,6
	2020	147.871	46.650	9.479.636	0,847	14,3	148,8	254,6	485,9
	2021	149.524	47.526	9.724.322	0,847	14,4	150,9	261,2	497,3
	2022	151.191	48.401	9.972.599	0,847	14,5	153,1	267,8	508,8
	2023	152.873	49.276	10.224.492	0,847	14,6	155,2	274,6	520,4
	2024	154.569	50.154	10.480.649	0,847	14,7	157,3	281,5	532,2
	2025	156.281	51.030	10.739.810	0,847	14,9	159,5	288,5	544,1
	2026	158.009	51.905	11.002.558	0,847	15,0	161,6	295,5	556,2
	2027	159.753	52.781	11.268.921	0,847	15,1	163,7	302,7	568,4
	2028	161.514	53.659	11.539.583	0,847	15,2	165,8	309,9	580,7
	2029	163.290	54.535	11.813.211	0,847	15,3	167,9	317,3	593,2
	2030	165.083	55.411	12.090.423	0,847	15,4	170,0	324,7	605,8
	2031	166.892	56.287	12.371.247	0,847	15,5	172,0	332,3	618,5
	2032	168.719	57.165	12.656.406	0,847	15,6	174,1	339,9	631,3
	2033	170.564	58.042	12.944.493	0,847	15,7	176,1	347,7	644,3

2.8 CAUDALES DE AGUAS LLUVIAS Y DE INFILTRACIÓN

Se ha supuesto como caudal de aguas lluvias un 10% del caudal medio de aguas servidas total. Además, se ha considerado también un 10% del caudal medio de aguas servidas por concepto de infiltración, igual que en el Plan de Desarrollo vigente de la empresa.

A continuación se entregan estos resultados.

Tabla 30: Caudal de Aguas Lluvia y Caudal de Infiltración

Año		Caudal Medio de AS Total (l/s)	Caudal de Aguas Lluvia (l/s)	Caudal de Infiltración (l/s)
Año Base	2018	241,8	24,2	24,2
Proyección	2019	248,1	24,8	24,8
	2020	254,6	25,5	25,5
	2021	261,2	26,1	26,1
	2022	267,8	26,8	26,8
	2023	274,6	27,5	27,5
	2024	281,5	28,1	28,1
	2025	288,5	28,8	28,8
	2026	295,5	29,6	29,6
	2027	302,7	30,3	30,3
	2028	309,9	31,0	31,0
	2029	317,3	31,7	31,7
	2030	324,7	32,5	32,5
	2031	332,3	33,2	33,2
	2032	339,9	34,0	34,0
	2033	347,7	34,8	34,8

2.9 CAUDALES TOTALES DE AGUAS SERVIDAS

Con los datos entregados en los puntos anteriores es posible determinar los caudales medios totales y máximo instantáneo solicitados en la Guía para realizar los balances oferta - demanda correspondientes.

A continuación se entrega el cuadro resumen de los caudales descritos.

Tabla 31: Caudales Totales de Aguas Servidas Clientes con AP y AS

Año		Población Saneada Residencial (hab)	Caudal Medio de AS (l/s)	Q Máx. Instantáneo (l/s)	Caudal de Aguas Lluvia (l/s)	Caudal de Infiltración (l/s)	Caudal Medio Total (l/s)	Caudal Máx. Instantáneo Total (l/s)
Año Base	2018	140.195	236,0	444,7	23,6	23,6	283,2	491,9
Proyección	2019	141.820	242,3	455,6	24,2	24,2	290,8	504,1
	2020	143.459	248,8	466,9	24,9	24,9	298,6	516,6
	2021	145.112	255,4	478,2	25,5	25,5	306,5	529,3
	2022	146.779	262,1	489,7	26,2	26,2	314,5	542,2
	2023	148.461	268,8	501,4	26,9	26,9	322,6	555,1
	2024	150.157	275,7	513,2	27,6	27,6	330,9	568,3
	2025	151.869	282,7	525,1	28,3	28,3	339,2	581,6
	2026	153.597	289,7	537,2	29,0	29,0	347,7	595,1
	2027	155.341	296,9	549,3	29,7	29,7	356,3	608,7
	2028	157.102	304,2	561,7	30,4	30,4	365,0	622,5
	2029	158.878	311,5	574,1	31,2	31,2	373,8	636,4
	2030	160.671	318,9	586,7	31,9	31,9	382,7	650,5
	2031	162.480	326,5	599,4	32,6	32,6	391,8	664,7
	2032	164.307	334,2	612,3	33,4	33,4	401,0	679,1
	2033	166.152	341,9	625,3	34,2	34,2	410,3	693,7

Tabla 32: Caudales Totales de Aguas Servidas Clientes con Fuente Propia

Año		Población Equivalente (hab)	Caudal Medio de AS (l/s)	Q Máx. Instantáneo (l/s)	Caudal de Aguas Lluvia (l/s)	Caudal de Infiltración (l/s)	Caudal Medio Total (l/s)	Caudal Máx. Instantáneo Total (l/s)
Año Base	2018	4.412	5,8	19,0	0,6	0,6	6,9	20,2
Proyección	2019	4.412	5,8	19,0	0,6	0,6	6,9	20,2
	2020	4.412	5,8	19,0	0,6	0,6	6,9	20,2
	2021	4.412	5,8	19,0	0,6	0,6	6,9	20,2
	2022	4.412	5,8	19,0	0,6	0,6	6,9	20,2
	2023	4.412	5,8	19,0	0,6	0,6	6,9	20,2
	2024	4.412	5,8	19,0	0,6	0,6	6,9	20,2
	2025	4.412	5,8	19,0	0,6	0,6	6,9	20,2
	2026	4.412	5,8	19,0	0,6	0,6	6,9	20,2
	2027	4.412	5,8	19,0	0,6	0,6	6,9	20,2
	2028	4.412	5,8	19,0	0,6	0,6	6,9	20,2
	2029	4.412	5,8	19,0	0,6	0,6	6,9	20,2
	2030	4.412	5,8	19,0	0,6	0,6	6,9	20,2
	2031	4.412	5,8	19,0	0,6	0,6	6,9	20,2
	2032	4.412	5,8	19,0	0,6	0,6	6,9	20,2
	2033	4.412	5,8	19,0	0,6	0,6	6,9	20,2

Tabla 33: Caudales Totales de Aguas Servidas Incluye Clientes Regulados y Clientes con Fuente Propia

Año		Población Equivalente (hab)	Caudal Medio de AS (l/s)	Q Máx. Instantáneo (l/s)	Caudal de Aguas Lluvia (l/s)	Caudal de Infiltración (l/s)	Caudal Medio Total (l/s)	Caudal Máx. Instantáneo Total (l/s)
Año Base	2018	144.607	241,8	463,7	24,2	24,2	290,2	512,1
Proyección	2019	146.232	248,1	474,6	24,8	24,8	297,7	524,3
	2020	147.871	254,6	485,9	25,5	25,5	305,5	536,8
	2021	149.524	261,2	497,3	26,1	26,1	313,4	549,5
	2022	151.191	267,8	508,8	26,8	26,8	321,4	562,3
	2023	152.873	274,6	520,4	27,5	27,5	329,5	575,3
	2024	154.569	281,5	532,2	28,1	28,1	337,8	588,5
	2025	156.281	288,5	544,1	28,8	28,8	346,1	601,8
	2026	158.009	295,5	556,2	29,6	29,6	354,6	615,3
	2027	159.753	302,7	568,4	30,3	30,3	363,2	628,9
	2028	161.514	309,9	580,7	31,0	31,0	371,9	642,7
	2029	163.290	317,3	593,2	31,7	31,7	380,7	656,6
	2030	165.083	324,7	605,8	32,5	32,5	389,7	670,7
	2031	166.892	332,3	618,5	33,2	33,2	398,7	684,9
	2032	168.719	339,9	631,3	34,0	34,0	407,9	699,3
	2033	170.564	347,7	644,3	34,8	34,8	417,2	713,8