

ANEXO 10

CÁLCULO DE LA TARIFA A COSTO MARGINAL DE LARGO PLAZO

A. Determinación de la demanda a precio promedio

De la ecuación de demanda agregada, obtenida en el cálculo de corto plazo, para cada año en estudio de acuerdo a este proyecto, se sustituye el precio actual promedio que el Sistema cobra a diciembre de 1995 que corresponde al consumo promedio por tipo de usuario doméstico y comercial, el cual es de \$ 1.12 / m³.

La ecuación de demanda agregada para el año cero (1995) es:

$$21'695,157 * P^{-0.33} + 1'436,630 * P^{-0.20} + 10'819,200 = 30'293,760$$

De la formula anterior, si se sustituye $P = \$1.12 / m^3$, se obtiene la cantidad demandada a precio promedio.

Demanda a precio promedio = 33'122,410 m³ en 1995.

B. Determinación de la oferta

La oferta se calcula restando las fugas físicas al volumen extraído y multiplicando esto por el porcentaje del consumo considerado por el Sistema.

$$\text{Oferta} = \text{Capacidad} = (\text{Volumen extraído} * (1 - \text{Fugas físicas}) * 0.92)$$

$$\text{Oferta} = \text{Capacidad} = (47'040,000 \text{ m}^3 * (1 - 30\%) * 0.92)$$

$$\text{Oferta} = \text{Capacidad} = 30'293,760 \text{ m}^3 \text{ en } 1995.$$

C. Determinación de la cantidad entregada

Al comparar la demanda contra la oferta, se toma la cantidad menor porque es la que realmente consumen:

$$\text{Cantidad entregada} = \text{Oferta contra demanda}$$

$$\text{Cantidad entregada} = 30'293,760 \text{ m}^3 \text{ contra } 33'122,410 \text{ m}^3$$

$$\text{Cantidad entregada} = 30'293,760 \text{ m}^3 \text{ en } 1995$$

De manera similar se obtiene la cantidad entregada para cada año en estudio, la cual cambiará con las nuevas inversiones.

En el capítulo V del presente estudio, se presenta el Plan de Inversiones del SIMAS y de FIDAGUA, cabe señalar que la metodología de la tarifa a costo marginal de largo plazo indica que dichas inversiones se deben realizar en el momento que se indican; para el caso del SIMAS se da el año a invertir, pero para FIDAGUA éstas se llevan a cabo siempre y cuando la demanda sea mayor que a la oferta. Esto es, si al comparar la cantidad ofrecida contra la cantidad demandada, si la cantidad ofrecida es menor a la demandada, requiere de inversión para incrementar la cantidad ofrecida por el Sistema, entonces, se invierte, lo anterior se observa en el cuadro 1:

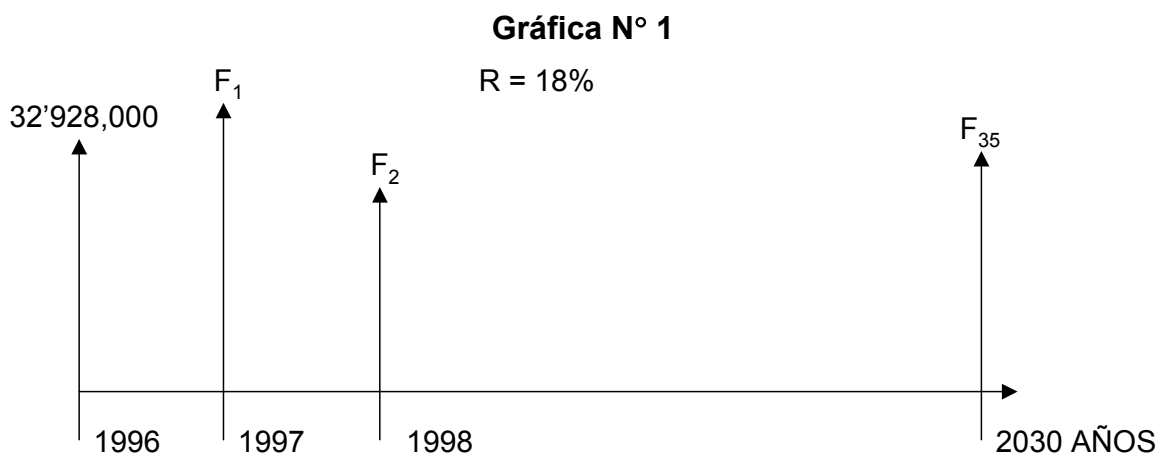
Cuadro 1
Cantidad entregada (valores a principio de año)

Año	Demanda 1.12 (m ³)	Oferta (m ³)	Cantidad entregada ¹ (m ³)	Inversión (\$)
1996	34,060,713	30,293,760	32,928,000	107,551,334 ²
1997	34,055,508	31,592,064	34,339,200	7,440,000
1998	34,188,201	32,890,368	35,750,400	9,240,000
1999	34,792,369	34,621,440	37,632,000	-
2000	36,169,633	36,785,280	39,314,819	24,000,000
2001	37,938,836	42,457,345	41,237,865	
2002	39,435,146	42,457,345	42,864,289	
2003	40,994,792	42,457,345	44,559,556	24,000,000
2004	42,954,110	48,129,410	46,689,250	
2005	44,648,599	48,129,410	48,531,086	
2006	46,414,830	48,129,410	50,450,902	24,000,000
2007	48,589,496	53,801,475	52,814,669	
2008	50,508,467	53,801,475	54,900,508	
2009	52,508,704	53,801,475	57,074,678	24,000,000
2010	54,927,303	59,473,540	59,703,591	
2011	57,100,558	59,473,540	62,065,824	
2012	59,365,868	59,473,540	64,528,117	
2013	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2014	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2015	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2016	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2017	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2018	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2019	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2020	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2021	59,473,540	59,473,540	64,645,152	-
2022	59,473,540	59,473,540	64,645,152	-
2023	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2024	59,473,540	59,473,540	64,645,152	-
2025	59,473,540	59,473,540	64,645,152	-
2026	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2027	59,473,540	59,473,540	64,645,152	-
2028	59,473,540	59,473,540	64,645,152	-
2029	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2030	59,473,540	59,473,540	64,645,152	-

FUENTE: Elaboración propia con datos del SIMAS.

- 1 Considerando que la cantidad demandada y la ofertada, representan el 92% de la ciudad (de acuerdo a la muestra), la cantidad que realmente se entrega, será: $30,293,760 / 0.92 = 32,928,000$.
- 2 Considerando el Valor Económico del SIMAS actual, \$ 100'671,334, además de la inversión realizada en este año, \$ 6'880,000 del Plan corrección de fugas.

De la cantidad entregada de cada año se obtiene el valor presente, ver gráfica 1:



El VP de los flujos anteriores será:

$$VP = 32'928,000 + F_1 / (1.18)^1 + F_2 / (1.18)^2 + \dots + F_3 / (1.18)^{35}$$

Considerando la cantidad de agua esperada para el proyecto, tenemos que el VP (al 1 de enero de 1996) de los flujos de agua durante el período de evaluación es :

$$VP = 232,426,943 \text{ m}^3.$$

D. Determinación de los costos del proyecto

i. Costos variables

De manera similar al cálculo de corto plazo se obtienen los costos variables para cada año en estudio.

$$\text{Costos variables} = \text{Costo marginal} * \text{Cantidad entregada a } \$1.12/\text{m}^3$$

$$\text{Costos variables} = [(\$0.45 / \text{m}^3) * (30'293,760 \text{ m}^3)] / [0.92]$$

$$\text{Costos variables} = [(\$0.45 / \text{m}^3) * (32'928,000 \text{ m}^3)]$$

$$\text{Costos variables} = \$ 14,817,600 \text{ (para 1996)}.$$

De la misma manera que se calcularon los costos variables en este año, se calcula para los demás, con su respectiva cantidad entregada, ver cuadro 2:

Cuadro 2
Costos variables del Sistema

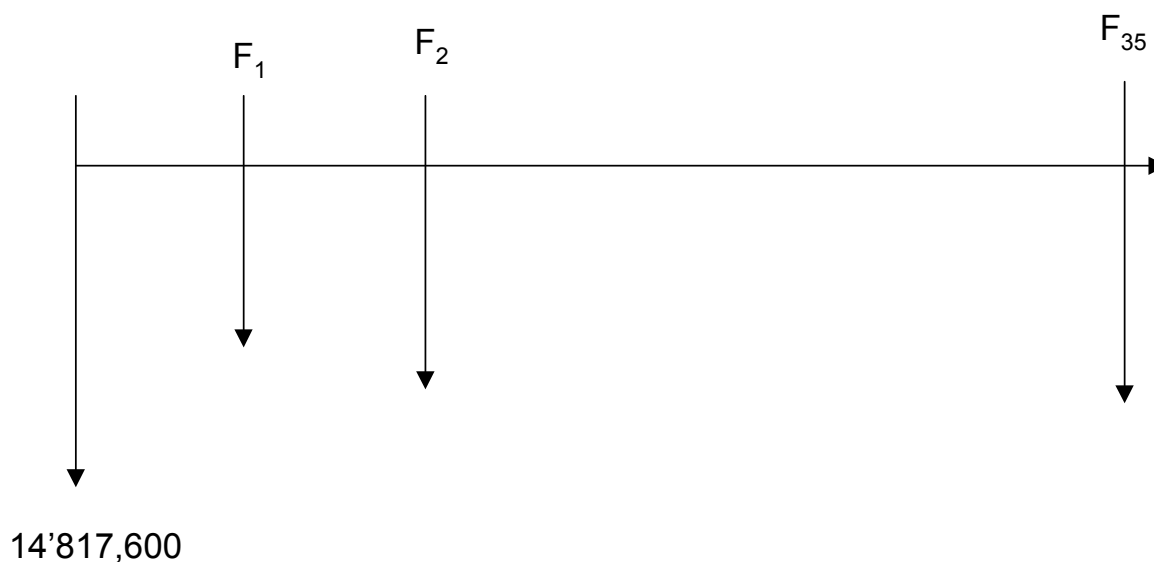
Año	C. Variables (\$)
1996	14,817,600
1997	15,452,640
1998	16,087,680
1999	16,934,400
2000	17,691,668
2001	18,557,039
2002	19,288,930
2003	20,051,800
2004	21,010,163
2005	21,838,989
2006	22,702,906
2007	23,766,601
2008	24,705,229
2009	25,683,605
2010	26,866,616
2011	27,929,621
2012	29,037,653
2013	29,090,318
2014	29,090,318
2015	29,090,318
2016	29,090,318
2017	29,090,318
2018	29,090,318
2019	29,090,318
2020	29,090,318
2021	29,090,318
2022	29,090,318
2023	29,090,318
2024	29,090,318
2025	29,090,318
2026	29,090,318
2027	29,090,318
2028	29,090,318
2029	29,090,318
2030	29,090,318

FUENTE: Elaboración propia con datos del SIMAS.

Con esto se determinan el VP (al 1 de enero de 1996) de los costos variables, el cual es de \$ 104,592,124 ver gráfica 2:

Gráfica 2

R = 18%



El VP de los flujos anteriores será:

$$VP = 14'817,600 +/ - F_1 / (1.18)^1 +/ - F_2 / (1.18)^2 +/ - F_3 / (1.18)^{35}$$

$$VP = \$104,592,124$$

ii. Inversiones

Inversiones = (Inversión que genera un flujo adicional de agua –

Clandestinaje) +

(Inversión por disposición para eliminación de aire e
infraestructura para líneas de interconexión y
tanques superficiales de almacenamiento) +

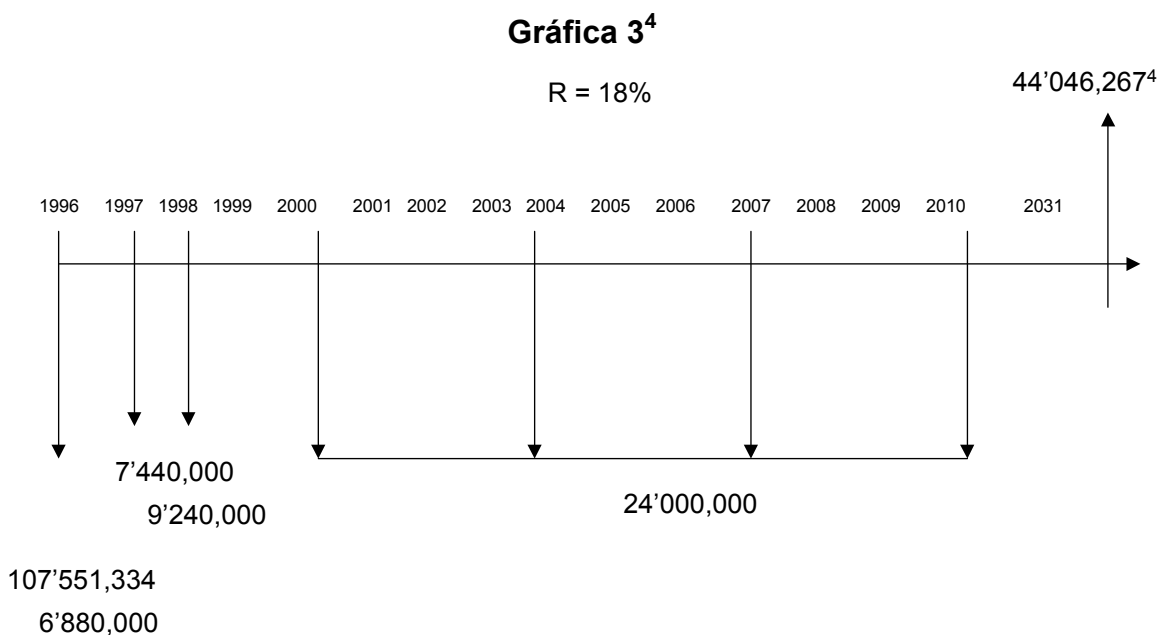
(Valor económico de la empresa³)

3 Sólo en el año de arranque, cabe mencionar que todas las cifras monetarias son pesos de diciembre de 1995.

Esto da como resultado Inversiones de \$ 107,551,334 .

Valor económico de la empresa: \$ 100'671,334.

En la gráfica 3, se muestran las inversiones en su respectivo momento de realizarse:



Su respectivo valor presente es de \$ 147,647,741

E. Determinación del precio por metro cúbico a largo plazo

$$\text{Precio / metro cúbico} = \frac{\text{VP(Costos variables)} + \text{VP(Inversiones)}}{\text{VP(cantidad entregada)}}$$

$$\text{Precio por metro cúbico} = \frac{\$104'592,124 + \$147'647,741}{332'426,934}$$

$$\text{Precio por metro cúbico} = \$ 1.09 / \text{m}^3$$

Recordando, que al inicio de este anexo se calculo la demanda con el precio de \$ 1.12 / m³, y después de lo anterior el precio resulta \$ 1.09 / m³, se tiene que iterar

4 (107'551,334 + 7'440,000 + 9'240,000 + 24'000,000 + 24'000,000 + 24'000,000 + 24'000,000) * 0.20 = 44'046,267

hasta que el precio con que se calcula la demanda sea igual al de largo plazo; después de iterar resulta que el precio es de \$ 1.08 / m³.

Por lo tanto, la demanda, la oferta, la cantidad entregada e inversión se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3 Oferta y demanda (pesos de diciembre de 1995)

Año	Cantidad demandada (m ³)	Cantidad Ofertada (m ³)	Cantidad entregada (m ³)	Inversión (\$)
1996	34,334,399	30,293,760	32,928,000	107,551,334
1997	34,368,093	31,592,064	34,339,200	7,440,000
1998	34,541,342	32,890,368	35,750,400	9,240,000
1999	35,178,688	34,621,440	37,632,000	
2000	36,572,332	36,785,280	39,752,535	24,000,000
2001	38,358,610	42,457,345	41,694,141	
2002	39,872,720	42,457,645	43,339,913	
2003	41,450,922	42,457,645	45,055,350	24,000,000
2004	43,429,584	48,129,410	47,206,070	
2005	45,144,239	48,129,410	49,069,825	
2006	46,931,492	48,129,410	51,012,491	24,000,000
2007	49,128,073	53,801,475	53,400,079	
2008	51,069,891	53,801,475	55,510,751	
2009	53,093,944	53,801,475	57,710,809	24,000,000
2010	55,537,373	59,473,540	60,366,710	
2011	57,736,512	59,473,540	62,757,078	
2012	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2013	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2014	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2015	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2016	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2017	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2018	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2019	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2020	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2021	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2022	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2023	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2024	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2025	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2026	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2027	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2028	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2029	59,473,540	59,473,540	64,645,152	
2030	59,473,540	59,473,540	64,645,152	

Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAS.

El VP (al 1° de enero de 1996) del agua entregada, a una tasa del 18%, es de 233,704,196 m³.

Ahora, los costos variables que genera esta cantidad entregada se observan en el cuadro 4

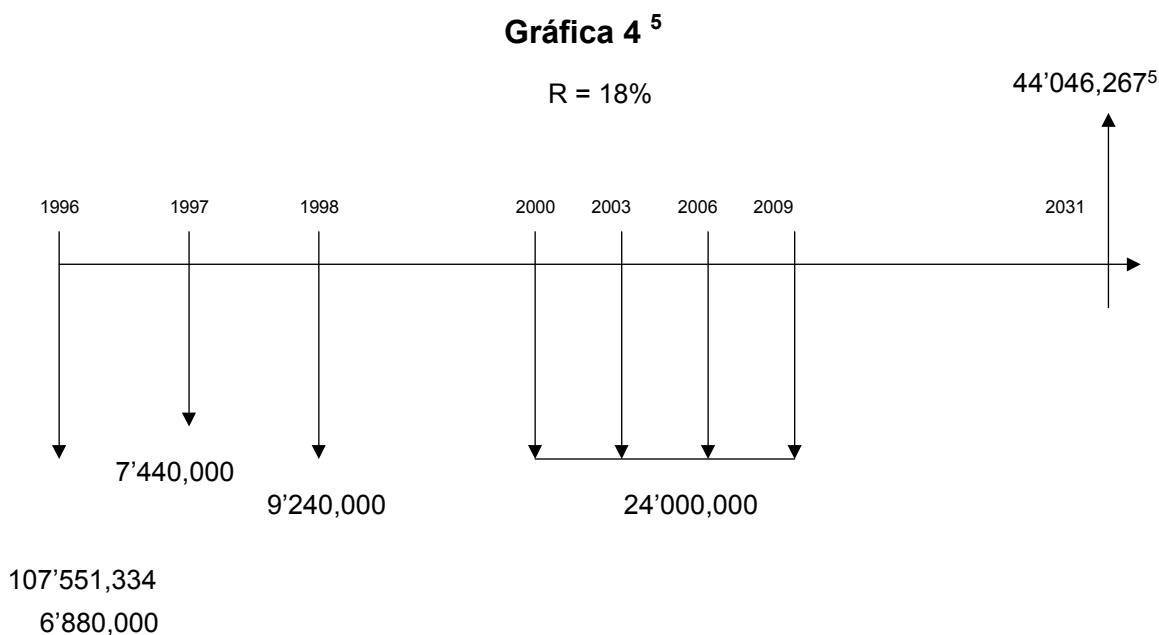
Cuadro 4 Costos variables del Sistema (pesos de diciembre de 1995)

Año	Costos Variables (\$)
1996	14,817,600
1997	15,452,640
1998	16,087,680
1999	16,934,400
2000	17,888,641
2001	18,762,363
2002	19,502,961
2003	20,274,907
2004	21,242,731
2005	22,081,421
2006	22,955,621
2007	24,030,036
2008	24,979,838
2009	25,969,864
2010	27,165,019
2011	28,240,685
2012	29,090,318
2013	29,090,318
2014	29,090,318
2015	29,090,318
2016	29,090,318
2017	29,090,318
2018	29,090,318
2019	29,090,318
2020	29,090,318
2021	29,090,318
2022	29,090,318
2023	29,090,318
2024	29,090,318
2025	29,090,318
2026	29,090,318
2027	29,090,318
2028	29,090,318
2029	29,090,318
2030	29,090,318

Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAS.

El VP (al 1° de enero de 1996) de los costos variables del Sistema es de \$105'166,888.

En la gráfica 4, se muestran las inversiones en su respectivo momento de realizarse:



Su respectivo valor presente es de \$ 147'647,741.00

Por lo tanto.

$$\text{Precio / metro cúbico} = \frac{\text{VP(Costos variables)} + \text{VP(Inversiones)}}{\text{VP(cantidad entregada)}}$$

$$\text{Precio por metro cúbico} = \frac{\$105'166,888 + \$147'647,741}{233'704,196 \text{ m}^3}$$

$$\text{Precio por metro cúbico} = \$ 1.08 / \text{m}^3$$

F. Determinación de beneficios sociales

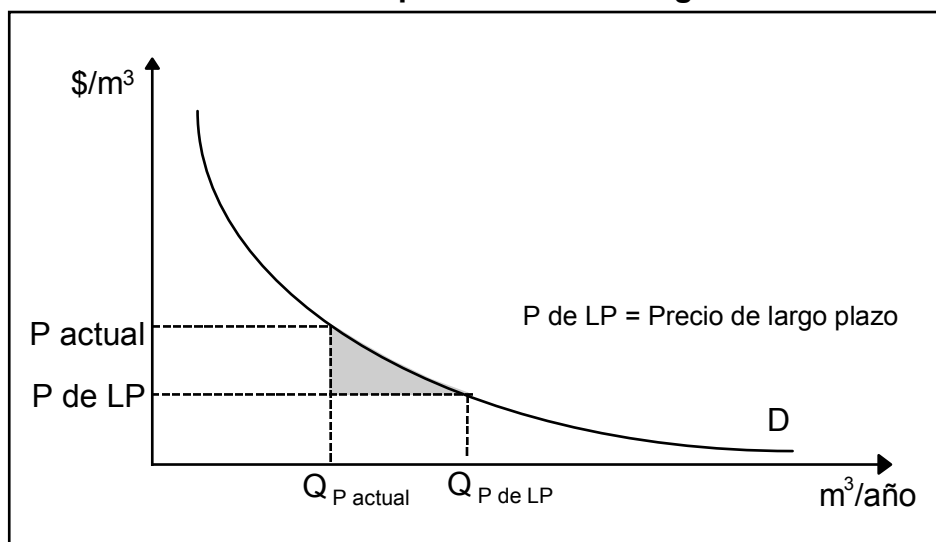
i. Beneficios por consumo de agua

Estos beneficios se dan al comparar la situación con el precio actual con la situación al precio de largo plazo.

5 $(107'551,334 + 7'440,000 + 9'240,000 + 24'000,000 + 24'000,000 + 24'000,000 + 24'000,000) * 0.20 = 44'046,267$

El beneficio social se observa en la gráfica 5. La curva corresponde a la demanda agregada para el Sistema, mientras que la oferta representa la cantidad máxima de agua que puede ofrecer el Sistema.

Gráfica 5
Beneficios por consumo de agua



Cuadro 5 Beneficios por consumo de agua

Año	Beneficios por consumo de agua (\$)
1996	935,090
1997	1,065,484
1998	1,201,427
1999	1,312,805
2000	1,368,221
2001	1,425,982
2002	1,486,187
2003	1,548,941
2004	1,614,352
2005	1,682,531
2006	1,753,598
2007	1,827,673
2008	1,904,885
2009	1,985,367
2010	2,069,258
2011	2,156,701
2012	2,247,849
2013	2,342,858
2014	2,441,892
2015	2,545,122
2016	2,652,725
2017	2,764,888
2018	2,881,805
2019	3,003,676
2020	3,130,713
2021	3,263,134
2022	3,401,168
2023	3,545,054
2024	3,695,039
2025	3,851,384
2026	4,014,358
2027	4,184,242
2028	4,361,331
2029	4,545,929
2030	4,738,357

Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAS.

El Valor Presente (al 1° de enero de 1996) de los beneficios por consumo de agua considerando una tasa social de descuento del 18%, es de \$ 7'979,666.

G. Tarifa Propuesta

i. Determinación de ingresos

$$\text{Ingresos} = \{[\text{Precio } (\$/\text{m}^3) * \text{Cantidad demandada } (\text{m}^3)] \\ (1 - \% \text{incobrables})\} / [0.92] + \{[(\text{Precio por micromedidor}) * \\ (1 + 30\%)^6] * (\text{usuarios nuevos con medidor})\}^7$$

Los ingresos para 1996 serían:

$$\text{Ingresos} = \{[(1.08) * (19'474,560)] / [92\%]\} * (1 - 3\%) + \\ \{[(250) * (1.30)] * [105,154 - 100,903]\}$$

Ingresos = \$ 23'593,472 para 1996.

ii. Ingresos incobrables

$$\text{Ingresos incobrables} = [\text{Precio } (\$/\text{m}^3) * \text{Cantidad demandada } (\text{m}^3)] \\ * (\% \text{incobrables}) / [0.92]$$

Los ingresos incobrables para 1996 serían:

$$\text{Ingresos incobrables} = \{[(1.08) * (19'474,560)] / [92\%]\} * (3\%)$$

Ingresos incobrables = \$ 686,968 para 1996.

iii. Costos fijos

Costos fijos de la empresa:

Egresos del Sistema para 1995	\$ 40'541,712 / año
-Depreciaciones y amortizaciones	\$ 10'127,978 / año
-Gastos financieros	\$ 635,775 / año
-Mantenimiento por obras de drenaje	\$ 217,996 / año
-Costos variables	\$ 10'755,306 / año
<hr/>	
Costos fijos del SIMAS	\$ 18'804,657 / año

Se supone que los costos fijos aumentan un 5% cada 3 años para este estudio.

6 Del precio por micromedidor, \$ 250.00, se considera el 30% de su valor para gastos administrativos.

7 Para 1996 no hay usuarios nuevos con medidor; ver anexo 9, en el cual se muestran las cantidades de los nuevos usuarios.

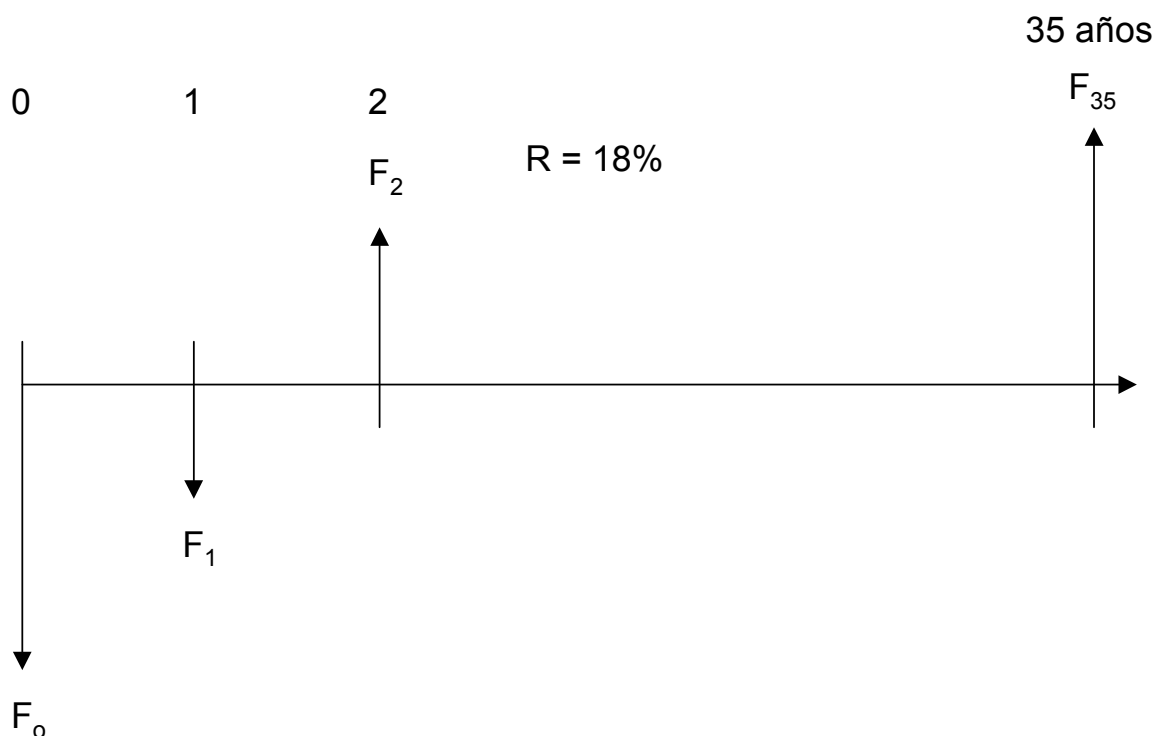
Cuadro 6 Ingresos Incobrables + Costos Fijos para el Sistema (valores a principio de año)

Año	Costos fijos (\$)	Ingresos incobrables (\$)	Ing. incobrables + ctos. fijos (\$)
1996	18,804,657	686,968	19,491,625
1997	18,804,657	847,261	19,651,918
1998	18,804,657	1,007,554	19,812,211
1999	19,744,890	1,144,947	20,889,837
2000	19,744,890	1,221,277	20,966,167
2001	19,744,890	1,409,591	21,154,481
2002	20,732,134	1,409,601	22,141,736
2003	20,732,134	1,409,601	22,141,736
2004	20,732,134	1,597,904	22,330,038
2005	21,768,741	1,597,904	23,366,645
2006	21,768,741	1,597,904	23,366,645
2007	21,768,741	1,786,218	23,554,959
2008	22,857,178	1,786,218	24,643,396
2009	22,857,178	1,786,218	24,643,396
2010	22,857,178	1,974,531	24,831,709
2011	24,000,037	1,974,531	25,974,568
2012	24,000,037	1,974,531	25,974,568
2013	24,000,037	1,974,531	25,974,568
2014	25,200,039	1,974,531	27,174,570
2015	25,200,039	1,974,531	27,174,570
2016	25,200,039	1,974,531	27,174,570
2017	26,460,041	1,974,531	28,434,572
2018	26,460,041	1,974,531	28,434,572
2019	26,460,041	1,974,531	28,434,572
2020	27,783,043	1,974,531	29,757,574
2021	27,783,043	1,974,531	29,757,574
2022	27,783,043	1,974,531	29,757,574
2023	29,172,195	1,974,531	31,146,726
2024	29,172,195	1,974,531	31,146,726
2025	29,172,195	1,974,531	31,146,726
2026	30,630,805	1,974,531	32,605,336
2027	30,630,805	1,974,531	32,605,336
2028	30,630,805	1,974,531	32,605,336
2029	32,162,345	1,974,531	34,136,876
2030	32,162,345	1,974,531	34,136,876

Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAS.

Una vez que se obtengan los ingresos incobrables y los costos fijos del Sistema, en el período de análisis, se calculará el Valor Presente, ver gráfica 6:

Gráfica 6



El VP (al 1 de enero de 1996) de los flujos anteriores es: \$ 119'538,446.00

Si este se distribuye entre el número de usuarios del SIMAS:

Cobro por usuario por año = \$ 138 /usuario/año, que equivale a un

Cobro por usuario por mes = \$ 11.48 / usuario / mes.

H. Determinación del Valor Actual Neto (VAN) del proyecto

Para determinar el VAN del proyecto, se suman los beneficios y costos que éste genera cada año:

Al calcular el VAN de cada uno de los beneficios y costos tenemos que el resultado es:

Beneficio por consumo de agua = \$ 7'979,666

Así el VAN del proyecto es de \$ 7'979,666.00