

6. ANÁLISIS FINANCIERO

6.1. Presupuestos y programa de inversiones y fuentes de financiamiento

En la Tabla 6.1 se presenta el monto de inversión para llevar a cabo el sistema propuesto. La inversión fija es aquella que reúne a todo tipo de activos los cuales tienen una vida útil mayor a un año además de proveer las condiciones necesarias para realizar aquellas actividades que requiere la empresa, en este tipo de inversión se encuentra el terreno, la infraestructura, maquinaria, equipo auxiliar, entre otros (Abreu, 2006). Para el caso de estudio, gran parte de la inversión se destinará a infraestructura y equipamiento.

Tabla 6.1 Monto de inversión del proyecto

Descripción	Costo total (\$)	Referencia
LODOS ACTIVADOS Obra civil, equipamiento, obra eléctrica y tuberías e interconexiones	486,042.55	Fypasa, 2011
RALLFA Sistema anaerobio para residuos industriales	1,787,657.42	Bermúdez y col., 2003
SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA Motogenerador, tablero, filtro para biogás, intercambiador de calor y obra eléctrica	550,000.00	Mopesa, 2011
Ingeniería	282,370.00	
COSTO TOTAL	\$3,106,069.97	

La inversión diferida se realiza sobre los bienes y servicios intangibles que son necesarios para iniciar el proyecto, pero a diferencia de la inversión fija, la diferida no interviene directamente en la producción. Además están sujetas a la amortización y son recuperables en el largo plazo (Abreu, 2006). En el caso de estudio, una inversión diferida es la ingeniería del proyecto que tiene un costo de \$282,370.00.

Una vez concluido el periodo de implantación y prueba del equipo, se llevará a cabo la operación productiva, no existiendo restricciones de tipo técnico para aprovechar la infraestructura y equipo instalado, se sacrificarán 1,000 porcinos diarios. Con este volumen de producción en el rastro, se asegura el volumen necesario de residuos líquidos para el correcto funcionamiento del tren de tratamiento de aguas residuales y por ende la producción de biogás.

En el caso de estudio se considerarán los ahorros que se obtendrán a partir del uso de biogás como combustible para producir energía térmica y eléctrica. Al tratar el agua residual se evita el pago de multas, estos costos también se consideran como ahorro.

Para el caso de estudio, se contempla el apoyo del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) el cual opera un Programa de Apoyo a la Generación y Aprovechamiento de Biogás en Explotaciones Pecuarias, el resto de la inversión será aportada por los socios del rastro.

El costo del capital (K) es el interés ponderado por el uso del dinero, proveniente de las distintas fuentes de financiamiento (Hernández y Hernández, 2001). En el caso del apoyo aportado por FIRCO (Aportaciones Directas No Recuperables), por concepto de inversión, se indica a continuación:

Sistemas de biogás: Se apoyará con el 50% de la inversión proyectada, incluyendo la instalación del sistema, con un monto máximo de un millón de pesos por beneficiario o agronegocio.

Motogeneradores: Se apoyará con el 50% de la inversión proyectada, incluyendo la instalación del equipo, o hasta un máximo de doscientos cincuenta mil pesos por beneficiario o agronegocio (FIRCO, 2009). Por lo anterior, el financiamiento por parte de FIRCO, sin cobrar interés, sería el siguiente:

Motogenerador: \$250, 000

Sistema anaerobio: \$1, 000, 000

Total: \$1, 000, 000 + \$250, 000 = \$1, 250, 000

El resto del financiamiento será pagado por los socios. Tomando en consideración que el rendimiento que deben ganar en el proyecto es del 10%.

El apoyo por parte de FIRCO, es de \$1, 250, 000 de pesos, monto que representa el 40.24% de la inversión total del proyecto, mientras que la aportación de los socios es de \$1, 856,069.97 que representa el restante 59.76%.

La Tabla 6.2 muestra el porcentaje de participación de las fuentes de financiamiento.

Tabla 6.2 Porcentaje de participación de las fuentes de financiamiento

Concepto	Aportación (\$)	Participación en %
FIRCO	1,250,000.00	$\frac{1,250,000}{3,106,069.97} \times (100) = 40.24$
Socios	1,856,069.97	$\frac{1,856,069.97}{3,106,069.97} \times (100) = 59.76$
Total	3,106,069.97	100

Con la información anterior se puede calcular el costo del capital financiero (K_f), el cual es la suma de multiplicar la participación por la tasa efectiva correspondiente a cada fuente de financiamiento (Ecuación 6.1) (Hernández y Hernández, 2001):

$$K_f = \sum (tasa\ efectiva \times \% \text{ de participación}) \dots \dots \dots (6.1)$$

Donde:

K_f : Costo de capital financiero

tasa efectiva: en este caso, porcentaje que esperan ganar los socios

% de participación: porcentaje de participación de las fuentes respecto al total

$$K_f = (0 \times .4024) + (0.1 \times .5976) = 0.0598$$

El costo del capital financiero (K_f) es de 5.98%. A este valor hay que sumarle el riesgo país que para el caso de México es de 1.77% (SHCP, 2011). Por lo tanto el costo del capital es 7.75% y sobre esta tasa se va efectuar la evaluación financiera. En la Tabla 6.3 se muestran las fuentes de financiamiento y el costo del capital obtenido.

Tabla 6.3 Fuentes de financiamiento y costo de capital

Concepto	Aportación (\$)	Participación en %	Tasa efectiva %	Costo del capital financiero	Riesgo país	Costo de capital (K)
FIRCO	1,250,000.00	40.24	0.00	0.00%		
Socios	1,856,069.97	59.76	10.00	5.98%	1.77%	7.75%
Total	3,106,069.97	100.00		5.98%	1.77%	7.75%

6.2. Proyección financiera

6.2.1. Ingresos

El horizonte de planeación, depende del tipo de proyecto, para el caso de estudio se hará a 20 años, pues es el tiempo de vida útil típica para instalaciones de tratamiento de aguas (Metcalf y Eddy, 2004).

La demanda de energía térmica al año en el rastro es de 2,473,519.77 MJ, de este gasto el biogás producido cubrirá 1,907,035.79 MJ, lo cual equivale a 79,275.92 litros de gas LP al año. La Tabla 6.4 muestra el pronóstico del costo por litro de gas LP utilizado en este estudio. El costo ahorrado en pesos por este rubro, se encuentra en la Tabla 6.5.

Tabla 6.4 Pronóstico del costo de gas LP (EIA, 2011)

Año	Dólar por galón	Pesos por litro (\$/L)
2011	2.154	7.022
2012	2.223	7.246
2013	2.294	7.478
2014	2.367	7.718
2015	2.754	8.978
2016	2.842	9.265
2017	2.933	9.561
2018	3.027	9.867
2019	3.124	10.183
2020	3.297	10.748
2021	3.403	11.092
2022	3.511	11.447
2023	3.624	11.813
2024	3.740	12.191
2025	3.798	12.381
2026	3.920	12.777
2027	4.045	13.186
2028	4.174	13.608
2029	4.308	14.044
2030	4.283	13.962

En cuanto a la energía eléctrica, se cubrirá parte del consumo, esto es 210,240.00 kWh al año. La Tabla 6.6 expone el pronóstico del costo por kWh empleado para este estudio. El costo que tendría esta energía, de ser requerida al servicio público se presenta en la Tabla 6.7.

Tabla 6.5 Ingresos por concepto de ahorro de gas LP

Año	Pesos (\$) /año
1	556,658.75
2	574,471.83
3	592,854.93
4	611,826.28
5	711,716.89
6	734,491.83
7	757,995.57
8	782,251.43
9	807,283.48
10	852,044.52
11	879,309.94
12	907,447.86
13	936,486.19
14	966,453.75
15	981,518.07
16	1,012,926.65
17	1,045,340.30
18	1,078,791.19
19	1,113,312.51
20	1,106,856.74

Tabla 6.6 Pronóstico del costo por kWh (EIA, 2011)

Año	Centavos de dólar por kWh	Pesos/kWh
1	6.80	0.839
2	6.91	0.853
3	7.02	0.866
4	7.13	0.880
5	6.60	0.814
6	6.71	0.827
7	6.81	0.841
8	6.92	0.854
9	7.03	0.868
10	7.30	0.901
11	7.42	0.915
12	7.54	0.930
13	7.66	0.945
14	7.78	0.960
15	8.10	1.000
16	8.23	1.016
17	8.36	1.032
18	8.50	1.048
19	8.63	1.065
20	9.00	1.111

El pronóstico del costo del litro de gas LP y del kWh se toman de la EIA, porque el precio de estos insumos en el país no presenta una tendencia siempre a la alza además son susceptibles de ser regulados mediante subsidios u algún otro mecanismo.

Tabla 6.7 Ingresos por concepto de ahorro de energía eléctrica

Año	Pesos (\$)/año
1	176,416.59
2	179,239.25
3	182,107.08
4	185,020.80
5	171,227.87
6	173,967.51
7	176,750.99
8	179,579.01
9	182,452.27
10	189,388.40
11	192,418.61
12	195,497.31
13	198,625.27
14	201,803.27
15	210,143.29
16	213,505.58
17	216,921.67
18	220,392.42
19	223,918.70
20	233,492.54

De acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas en materia de descargas de aguas residuales, emitidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT 1997a, 1997b) y la Ley del agua del Estado de México (Estado de México, 2011), publicada en el periódico oficial del gobierno del estado libre y soberano de México, las multas por arrojar o depositar sustancias peligrosas en cauces y vasos estatales y sistemas de drenaje y alcantarillado va desde 2,001 hasta 10,000 salarios mínimos.

Mientras que la sanción por descargar aguas residuales, desechos sólidos o líquidos, productos de procesos industriales u otros, en la red de drenaje o alcantarillado, ríos, manantiales, arroyos, corrientes, colectores, canales o cualquier cuerpo receptor, sin contar con el permiso de la autoridad correspondiente o haber manifestado datos falsos para obtener el permiso de referencia o incumplir con las medidas de tratamiento y reuso de aguas tratadas puede ir de 2,001 a 10,000 salarios mínimos

vigentes en el área geográfica, es decir en el municipio de Mexicaltzingo. El salario mínimo en esta área es de \$56.70 (SAT, 2011).

En el caso de estudio se estarían evitando los costos por las multas, pues no se arrojaría sangre proveniente del proceso de obtención de carne a los cauces y vasos estatales. Tampoco se arrojarían aguas residuales a la red de drenaje, dado que el agua resultado del proceso de tratamiento cumple con lo estipulado en la Normas Oficiales Mexicanas referentes a la descarga en el drenaje público.

En la Tabla 6.8 se muestran los ahorros, considerados como ingresos, generados en el horizonte de planeación del proyecto. Estos ingresos son el resultado de sumar los ahorros en energía eléctrica, consumo de gas LP y los pagos evitados por concepto de multas.

Tabla 6.8 Ingresos totales anuales

Año	Ingresos (\$)
1	959,988.74
2	980,624.48
3	1,001,875.41
4	1,023,760.48
5	1,109,858.16
6	1,135,372.75
7	1,161,659.97
8	1,188,743.84
9	1,216,649.15
10	1,268,346.31
11	1,298,641.95
12	1,329,858.57
13	1,362,024.86
14	1,395,170.42
15	1,418,574.76
16	1,453,345.63
17	1,489,175.37
18	1,526,097.01
19	1,564,144.61
20	1,567,262.68

6.2.2. Costos

Los costos son el desembolso en efectivo o en especie hecho en el pasado, en el presente o en el futuro, ya sea tangible o en forma virtual. Existen varios tipos de costos: Costos de producción, costos de administración, costos de venta y costos financieros (Abreu, 2006).

La amortización se aplica a los activos diferidos o intangibles, ya que con el uso del tiempo no bajan de precio o se deprecian, por lo que el término amortización se refiere al cargo anual que se hace para recuperar esa inversión (Coss, 2005). En el caso de estudio la amortización por concepto de ingeniería tiene un valor anual de \$14,118.50 pesos.

La Tabla 6.11 presenta los costos de producción y de administración, generados a lo largo de los años del horizonte de planeación. Ambos costos consideran la variación anual de 0.48% (BANXICO, 2011).

Tabla 6.11 Costos totales de producción y administración anuales

Año	Costos de producción (\$)	Costos de administración (\$)
1	546,226.08	14,118.50
2	548,847.96	14,186.27
3	551,482.43	14,254.36
4	554,129.55	14,322.78
5	556,789.37	14,391.53
6	559,461.96	14,460.61
7	562,147.38	14,530.02
8	564,845.68	14,599.77
9	567,556.94	14,669.85
10	570,281.22	14,740.26
11	573,018.57	14,811.01
12	575,769.06	14,882.11
13	578,532.75	14,953.54
14	581,309.70	15,025.32
15	584,099.99	15,097.44
16	586,903.67	15,169.91
17	589,720.81	15,242.72
18	592,551.47	15,315.89
19	595,395.72	15,389.40
20	598,253.61	15,463.27

6.2.1. Punto de equilibrio

El punto de equilibrio es el nivel de producción en el que son exactamente iguales los beneficios por ventas (en el caso de estudio ahorros), a la suma de los costos fijos y los variables. Utilizando la ecuación 6.3 se obtiene el punto de equilibrio (Amat y Soldevila, 2011).

Tabla 6.12 Estado financiero para el caso de estudio.

Año	Ingresos (ahorros)(\$) [A]	Costo de producción(\$) [B]	Utilidad bruta (\$) [C=A-B]	Costo administrativo(\$) [D]	Utilidad antes del ISR (\$) [E=C-D]	ISR (30.00%) [F]	Utilidad neta (\$) [G=E-F]
1	959,988.74	546,226.08	413,762.66	14,118.50	399,644.16	119,893.25	279,750.91
2	980,624.48	548,847.96	431,776.52	14,186.27	417,590.25	125,277.08	292,313.18
3	1,001,875.41	551,482.43	450,392.98	14,254.36	436,138.61	130,841.58	305,297.03
4	1,023,760.48	554,129.55	469,630.93	14,322.78	455,308.15	136,592.44	318,715.70
5	1,109,858.16	556,789.37	553,068.79	14,391.53	538,677.26	161,603.18	377,074.08
6	1,135,372.75	559,461.96	575,910.79	14,460.61	561,450.17	168,435.05	393,015.12
7	1,161,659.97	562,147.38	599,512.59	14,530.02	584,982.57	175,494.77	409,487.80
8	1,188,743.84	564,845.68	623,898.16	14,599.77	609,298.39	182,789.52	426,508.87
9	1,216,649.15	567,556.94	649,092.21	14,669.85	634,422.36	190,326.71	444,095.65
10	1,268,346.31	570,281.22	698,065.10	14,740.26	683,324.84	204,997.45	478,327.39
11	1,298,641.95	573,018.57	725,623.39	14,811.01	710,812.37	213,243.71	497,568.66
12	1,329,858.57	575,769.06	754,089.51	14,882.11	739,207.41	221,762.22	517,445.18
13	1,362,024.86	578,532.75	783,492.11	14,953.54	768,538.57	230,561.57	537,977.00
14	1,395,170.42	581,309.70	813,860.72	15,025.32	798,835.40	239,650.62	559,184.78
15	1,418,574.76	584,099.99	834,474.77	15,097.44	819,377.33	245,813.20	573,564.13
16	1,453,345.63	586,903.67	866,441.96	15,169.91	851,272.05	255,381.62	595,890.44
17	1,489,175.37	589,720.81	899,454.56	15,242.72	884,211.84	265,263.55	618,948.29
18	1,526,097.01	592,551.47	933,545.54	15,315.89	918,229.65	275,468.90	642,760.76
19	1,564,144.61	595,395.72	968,748.89	15,389.40	953,359.49	286,007.85	667,351.64
20	1,567,262.68	598,253.61	969,009.07	15,463.27	953,545.79	286,063.74	667,482.06

Tabla 6.13 Flujo de efectivo para el caso de estudio

Año	Utilidad neta (\$)	Depreciación (\$)	Amortización (\$)	Flujo neto de efectivo (\$)
1	279,750.91	168,685.00	14,118.50	462,554.41
2	292,313.18	169,494.69	14,186.27	475,994.13
3	305,297.03	170,308.26	14,254.36	489,859.65
4	318,715.70	171,125.74	14,322.78	504,164.23
5	377,074.08	171,947.14	14,391.53	563,412.76
6	393,015.12	172,772.49	14,460.61	580,248.23
7	409,487.80	173,601.80	14,530.02	597,619.62
8	426,508.87	174,435.09	14,599.77	615,543.73
9	444,095.65	175,272.38	14,669.85	634,037.87
10	478,327.39	176,113.68	14,740.26	669,181.33
11	497,568.66	176,959.03	14,811.01	689,338.70
12	517,445.18	177,808.43	14,882.11	710,135.72
13	537,977.00	178,661.91	14,953.54	731,592.45
14	559,184.78	179,519.49	15,025.32	753,729.59
15	573,564.13	180,381.18	15,097.44	769,042.75
16	595,890.44	181,247.01	15,169.91	792,307.36
17	618,948.29	182,117.00	15,242.72	816,308.01
18	642,760.76	182,991.16	15,315.89	841,067.81
19	667,351.64	183,869.52	15,389.40	866,610.56
20	667,482.06	184,752.09	15,463.27	867,697.42

6.3.2. Valor presente (VP)

Este método consiste en actualizar los flujos de efectivo, traerlos a valor presente, uno a uno, descontándolos a una tasa igual al costo de capital (K) y sumar éstos, comparar dicha suma con la inversión inicial (I₀). De tal forma que si el valor actual de la suma de los flujos es mayor o igual al de la inversión, el proyecto se acepta como viable, en caso contrario se rechaza (Hernández y Hernández, 2001). Lo anterior se representa para el caso de estudio como:

$$\begin{aligned}
 VP = & \frac{F_1}{(1+K)^1} + \frac{F_2}{(1+K)^2} + \frac{F_3}{(1+K)^3} + \frac{F_4}{(1+K)^4} + \frac{F_5}{(1+K)^5} + \frac{F_6}{(1+K)^6} + \frac{F_7}{(1+K)^7} + \frac{F_8}{(1+K)^8} \\
 & + \frac{F_9}{(1+K)^9} + \dots + \frac{F_{13}}{(1+K)^{13}} + \frac{F_{14}}{(1+K)^{14}} + \frac{F_{15}}{(1+K)^{15}} + \frac{F_{16}}{(1+K)^{16}} + \frac{F_{17}}{(1+K)^{17}} \\
 & + \frac{F_{18}}{(1+K)^{18}} + \frac{F_{19}}{(1+K)^{19}} + \frac{F_{20}}{(1+K)^{20}} \dots \dots \dots 6.4
 \end{aligned}$$

Si

$VP \geq I_0$ El proyecto se acepta

$VP < I_0$ El proyecto se rechaza

En la Tabla 6.14 se muestra el valor presente de los flujos de efectivo del proyecto.

Tabla 6.14 Valor presente de los flujos de efectivo

Año	Flujos de efectivo en valor presente
1	429,302.28
2	410,017.44
3	391,627.13
4	374,087.76
5	387,997.13
6	370,865.15
7	354,509.13
8	338,892.42
9	323,980.23
10	317,356.57
11	303,414.76
12	290,098.69
13	277,379.27
14	265,228.82
15	251,163.20
16	240,159.39
17	229,646.75
18	219,602.68
19	210,005.64
20	195,153.19
VP	6,180,487.65

El valor presente de la suma de los flujos efectivo es 6,180,487.65 este valor es mayor que la inversión inicial del proyecto hecha por los socios (6,180,487.65 > 1,856,069.97), por lo tanto es viable y se acepta.

6.3.3. Valor Presente Neto (VPN)

Este método consiste en restar al valor presente (VP) la inversión inicial (I_0), de tal forma que si está diferencia es cero o mayor a cero, el proyecto se considera viable y se acepta, en caso contrario se rechaza (Hernández y Hernández, 2001). Para el caso de estudio:

$$VPN = VP - I_0 \dots \dots \dots 6.5$$

$VPN \geq 0$ El proyecto se acepta

$VPN < 0$ El proyecto se rechaza

Sustituyendo valores en la Ecuación 6.5, tenemos:

$$VPN = 6,180,487.65 - 1,856,069.97 = 4,324,417.68$$

Este valor es positivo, el proyecto se considera viable y se acepta.

6.3.4. Relación Beneficio Costo (RBC)

Este método consiste en dividir el valor presente (VP) entre la inversión inicial (I_0). Si el resultado del cociente es mayor o igual a uno, el proyecto se considera viable y se acepta. Caso contrario se rechaza (Hernández y Hernández, 2001). Para el caso de estudio:

$$RBC = \frac{VP}{I_0} \dots \dots \dots 6.6$$

$RBC \geq 1$ El proyecto se acepta

$RBC < 1$ El proyecto se rechaza

Aplicando la Ecuación 6.6, obtenemos:

$$RBC = \frac{6,180,487.65}{1,856,069.97} = 3.33$$

Esta cantidad es mayor a uno, por lo tanto se acepta.

6.3.5. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Este método consiste en igualar la inversión inicial, con la suma de los flujos actualizados a una tasa de descuento (i) supuesta, que haga posible su igualdad. Si la tasa de interés que hizo posible la igualdad es mayor o igual al costo de capital (K), el proyecto se acepta, de lo contrario se rechaza (Hernández y Hernández, 2001).

$$I_0 = \frac{F_1}{(1+i)^1} + \frac{F_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+i)^n} \dots \dots \dots 6.7$$

$TIR \geq K$ El proyecto se acepta

$TIR < K$ El proyecto se rechaza

Para determinar la tasa de interés, que haga posible que la suma del valor actual de los flujos sea igual al de la inversión, las tasas se suponen, buscando que la diferencia entre el valor presente (VP) y el de la inversión (I_0), se mínima, hasta lograr una cantidad positiva ($VA > I_0$) y otra negativa ($VA < I_0$). Posteriormente se emplea la Ecuación 6.8 y 6.9.

$$TIR = ib + (ia - ib) \times \frac{P}{P + N} \dots \dots \dots 6.7$$

$$TIR = ib + (ia - ib) \times \frac{N}{P + N} \dots \dots \dots 6.8$$

Donde:

TIR: Tasa Interna de Retorno

ia: Tasa de interés más alta

ib: Tasa de interés más baja

P: Cantidad Positiva

N: Cantidad negativa

Sustituyendo valores para el caso de estudio, se obtuvo que i es igual a 28.5%, porcentaje que es mayor a K (7.75%), por tanto se acepta el proyecto.

6.3.6. Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)

Este método consiste en determinar el tiempo que tarda un proyecto, en ser pagado y se determina mediante restas sucesivas de uno por uno de los flujos de efectivo a la inversión original (I_0), hasta que ésta queda saldada. De tal forma que si la inversión (I_0) se amortiza en un tiempo menor o igual al horizonte del proyecto, éste se considera viable y se acepta, caso contrario se rechaza (Hernández y Hernández, 2001). En la Tabla 6.15 se presenta a detalle los flujos acumulados actualizados y el tiempo

en que se amortiza la inversión. El proyecto se termina de pagar en 4 años con 7 meses, tiempo menor al horizonte del proyecto, por lo tanto se acepta.

Pago mensual= $\$387,997.13/12=\$32,333.09$

Número de meses= $\$251,035.35/\$32,333.09=7.7$ meses.

Tabla 6.15 Flujos acumulados actualizados

Flujo de inversión pesos (\$)	Años n	Costo de capital K	Factor de actualización $1/(1+K)^n$	Flujos actualizados $F(1/(1+K)^n)$	Saldo pesos (\$)
1,856,069.97	0	7.75%	1	0	1,856,069.97
462,554.41	1	7.75%	0.928111957	429,302.28	1,426,767.69
475,994.13	2	7.75%	0.861391805	410,017.44	1,016,750.25
489,859.65	3	7.75%	0.799468034	391,627.13	625,123.11
504,164.23	4	7.75%	0.741995842	374,087.76	251,035.35
563,412.76	5	7.75%	0.688655213	387,997.13	-136,961.78
580,248.23	6	7.75%	0.639149137	370,865.15	-507,826.93
597,619.62	7	7.75%	0.593201957	354,509.13	-862,336.06
615,543.73	8	7.75%	0.550557829	338,892.42	-1,201,228.48
634,037.87	9	7.75%	0.510979304	323,980.23	-1,525,208.71
669,181.33	10	7.75%	0.474246002	317,356.57	-1,842,565.28
689,338.70	11	7.75%	0.440153385	303,414.76	-2,145,980.04
710,135.72	12	7.75%	0.40851162	290,098.69	-2,436,078.74
731,592.45	13	7.75%	0.379144519	277,379.27	-2,713,458.01
753,729.59	14	7.75%	0.351888561	265,228.82	-2,978,686.83
769,042.75	15	7.75%	0.326591981	251,163.20	-3,229,850.02
792,307.36	16	7.75%	0.303113923	240,159.39	-3,470,009.41
816,308.01	17	7.75%	0.281323656	229,646.75	-3,699,656.17
841,067.81	18	7.75%	0.261099849	219,602.68	-3,919,258.84
866,610.56	19	7.75%	0.242329892	210,005.64	-4,129,264.49
867,697.42	20	7.75%	0.224909271	195,153.19	-4,324,417.68

6.3.1. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad se refiere a la medición de las variaciones en la rentabilidad dada por la variación de algún factor económico del proyecto, y nos permite tomar decisiones sobre los costos. Para el caso de estudio, el factor económico a variar será el costo de operación y mantenimiento. Se considerará que estos costos se duplican.

El flujo de efectivo del proyecto producto de esta consideración se muestra en la Tabla 6.16.

Tabla 6.16 Flujo de efectivo para el caso de estudio considerando un incremento en los costos de operación y mantenimiento

Año	Utilidad neta (\$)	Depreciación (\$)	Amortización (\$)	Flujo neto de efectivo (\$)
1	15,472.16	168,685.00	14,118.50	198,275.65
2	26,765.88	169,494.69	14,186.27	210,446.84
3	38,475.11	170,308.26	14,254.36	223,037.73
4	50,613.04	171,125.74	14,322.78	236,061.56
5	107,684.52	171,947.14	14,391.53	294,023.20
6	122,332.49	172,772.49	14,460.61	309,565.60
7	137,505.89	173,601.80	14,530.02	325,637.71
8	153,221.45	174,435.09	14,599.77	342,256.31
9	169,496.45	175,272.38	14,669.85	359,438.68
10	202,410.11	176,113.68	14,740.26	393,264.06
11	220,326.98	176,959.03	14,811.01	412,097.03
12	238,872.75	177,808.43	14,882.11	431,563.29
13	258,067.41	178,661.91	14,953.54	451,682.87
14	277,931.63	179,519.49	15,025.32	472,476.44
15	290,960.96	180,381.18	15,097.44	486,439.59
16	311,930.78	181,247.01	15,169.91	508,347.70
17	333,625.62	182,117.00	15,242.72	530,985.34
18	356,068.54	182,991.16	15,315.89	554,375.59
19	379,283.30	183,869.52	15,389.40	578,542.22
20	378,030.99	184,752.09	15,463.27	578,246.35

El valor presente con estas condiciones es de \$ 3,443,405.42 este valor es mayor a la inversión inicial de \$1,856,069.97, por lo tanto el proyecto es viable.

El valor presente neto da como resultado \$ 1,587,335.45, cifra que es mayor a cero, lo que indica que el proyecto se considera viable.

La relación beneficio costo es de 1.86, número mayor a uno, por lo que el proyecto se acepta.

La tasa interna de retorno es de 15.6%, porcentaje mayor al costo de capital que es de 7.73%, por tanto el proyecto se acepta.

El periodo de recuperación de la inversión, es de 9 años con 11 meses, este periodo de tiempo es menor que el horizonte de planeación propuesto, entonces el proyecto es aceptado.

En general el VP, el VPN, RBC, TIR y PRI, están dentro de las condiciones necesarias para aceptar el proyecto, pero el periodo de recuperación de la inversión es poco más del doble de tiempo si se considera el aumento al doble de los costos de operación y mantenimiento. La Tabla 6.17 muestra una comparación sobre la evaluación financiera con y sin considerar el aumento de los costos mencionados.

Tabla 6.17 Comparación de parámetros sobre la evaluación financiera sin y con bonos de carbono

	VP (\$)	VPN (\$)	RBC (\$/\$)	TIR (%)	PRI (años)
sin aumento en costos	6,180,487.65	4,324,417.68	3.33	28.5	4 años 7 meses
con aumento en costos	3,443,405.42	1,587,335.45	1.86	15.6	9 años 11 meses