

---

## **5. Comparativa de Resultados**

## 5.1 Volúmenes de materiales para las dos soluciones estructurales.

Como una forma de comparar ambas soluciones es considerar los volúmenes de obra, ya que a partir de este parámetro se puede tener una estimación de que alternativa puede resultar mejor ya que es la base para conocer los costos de cada una

A continuación se presentará los volúmenes de obra de los elementos más significativos para cada una de las alternativas.

### CUANTIFICACION CONCRETO

#### VOLUMENES DE CONCRETO

CONCEPTO		VOLUMEN	UNIDAD
COLUMNAS	f'c= 350 kg/cm <sup>2</sup>	133.87	m <sup>3</sup>
	f'c=300 kg/cm <sup>2</sup>	85.79	m <sup>3</sup>
	f'c=250 kg/cm <sup>2</sup>	80.74	m <sup>3</sup>
TRABES	f'c=250 kg/cm <sup>2</sup>	1176.80	m <sup>3</sup>
LOSAS	f'c=250 kg/cm <sup>2</sup>	591.25	m <sup>3</sup>
		5757.75	m <sup>2</sup>

CIMENTACION			
Contratraves	f'c=250 kg/cm <sup>2</sup>	103.62	m <sup>3</sup>
Zapatillas	f'c=250 kg/cm <sup>2</sup>	516.48	m <sup>3</sup>
Firme	f'c=250 kg/cm <sup>2</sup>	73.4816	m <sup>3</sup>

#### TONELADAS DE REFUERZO

COLUMNAS	Var. # 8	9.18	ton
	Var. #10	58.64	ton
TRABES	Var. # 8	68.84	ton
	Var. # 6	42.76	ton
	Var. # 4	0.20	ton
	Var. # 3	24.49	ton
LOSAS	Var. # 3	63.77	ton

CIMENTACION			
Contratraves	Var. # 6	7.62	ton
Zapatillas	Var. #10	26.55	ton
	Var. # 8	16.95	ton
Firme	mallá 6x6 - 10/10	0.71	ton
Area de 734.816 m <sup>2</sup>			

## CUANTIFICACION ACERO

CONCEPTO		VOLUMEN	UNIDAD
Perfiles laminados		419.08	ton
<b>CIMENTACION</b>			
Contratraves	f'c=250 kg/cm2	103.58	m3
Zapatas	f'c=250 kg/cm2	366.85	m3
Firme	f'c=250 kg/cm2	73.48	m3
<b>LOSACERO</b>	Área	5907.5434	m2

## TONELADAS DE REFUERZO

<b>CIMENTACION</b>			
Contratraves	Var. # 6	5.72	ton
	Var. #3	1.91	ton
Zapatas	Var. # 10	18.83	ton
	Var. # 8	12.02	ton
Firme	mallá 6x6 - 10/10	0.71	ton
19 placas base de 25 mm con 6 anclas de 19 mm cada una.			

De acuerdo a estos volúmenes de obra, se establecerán los costos de materiales y en base a ellos hacer la comparativa de costos de cada una de las alternativas y de esta manera ver cuál de las dos resulta la mejor opción.

### 5.2 Procedimientos constructivos.

Para poder evaluar si un proyecto es viable, otro factor que se toma en cuenta es el tiempo de ejecución. Es importante tener bien definidas las actividades que se llevaran a cabo para poder estimar los tiempos de cada una.

Se presentan para cada una de las alternativas, unas gráficas de actividades con la estimación de los tiempos para cada actividad.

**PROGRAMA DE OBRA  
ALTERNATIVA CONCRETO**

CONCEPTO	SEMANAS																																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37			
Limpia del terreno	■	■																																						
Trazo y nivelación		■	■	■																																				
Excavación			■	■	■																																			
Construcción de zapatas				■	■	■	■	■	■																															
Relleno y nivelación					■	■	■	■	■	■																														
Construcción de firmes								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Columnas de concreto armado, niveles E1, E2 y N01								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Trabes de concreto armado, niveles E1, E2 y N01										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Losa de concreto armado, niveles E1, E2 y N01											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Columnas de concreto armado, niveles N02 y N03																																								
Trabes de concreto armado, niveles N02 y N03																																								
Losa de concreto armado, niveles N02 y N03																																								
Columnas de concreto armado, de nivel N04 a Azotea																																								
Trabes de concreto armado, de nivel N04 a Azotea																																								
Losa de concreto armado, de nivel N04 a Azotea																																								

**PROGRAMA DE OBRA  
ALTERNATIVA ACERO**

CONCEPTO	SEMANAS																																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37			
Limpia del terreno	■	■																																						
Trazo y nivelación		■	■	■																																				
Excavación			■	■	■																																			
Construcción de zapatas				■	■	■	■	■	■																															
Relleno y nivelación					■	■	■	■	■	■																														
Colocación de placas base																																								
Construcción de firmes																																								
Montaje de columnas, niveles E1, E2 y N01																																								
Montaje de trabes, niveles E1, E2 y N01																																								
Colocación de losacero, niveles E1, E2 y N01																																								
Montaje de columnas, niveles N02 y N03																																								
Montaje de trabes, niveles N02 y N03																																								
Colocación de losacero, niveles N02 y N03																																								
Montaje de columnas, de nivel N04 a Azotea																																								
Montaje de trabes, de nivel N04 a Azotea																																								
Colocación de losacero, de nivel N04 a Azotea																																								

De acuerdo a las gráficas anteriores, una primera estimación nos deja ver que la alternativa en acero resultaría ser la mejor, ya que es la que tiene los volúmenes de obra menor y también el tiempo de ejecución es más corto, llevaría su construcción 10 semanas menos que la alternativa de concreto

---

### 5.3 Evaluación económica.

Por medio de una evaluación económica, se pueden obtener distintas medidas o criterios financieros, que auxilian a decidir sobre la conveniencia en la realización de un proyecto. En el presente trabajo, se emplearán distintos criterios, que permiten establecer cuál de las alternativas ofrece mayores beneficios desde una perspectiva económica.

El criterio más simple, es una comparación de los costos directos en los que se incurren al realizar las alternativas analizadas. En este criterio, bastará con realizar un presupuesto para ambas alternativas, y determinar cuál de ellas resulta menos costosa.

Debido a que generalmente los proyectos inmobiliarios están sujetos a un proceso de financiamiento, los costos directos no son la razón central de una evaluación económica. El financiamiento de los proyectos de vivienda, está regido por otros criterios, cuyo objetivo primordial es comparar los costos del proyecto vs los beneficios esperados.

Los criterios financieros más empleados, son el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR). El primero de los criterios, consiste en obtener los flujos de efectivo, que traería la inversión, considerando el factor del dinero en el tiempo y comparar el valor final de la misma con la inversión inicial. Mientras que para la TIR, la comparación será entre este valor, y una tasa mínima de inversión establecida.

Otro criterio que permite establecer comparaciones, es el tiempo de recuperación de la inversión. Para el caso en que tengamos proyectos con VPN y TIR similares, el tiempo en que se recupera la inversión inicial podría ser un criterio para inclinar la balanza por alguna de las alternativas.

Es necesario mencionar, que en los costos del proyecto, se deben incluir, además de los costos de construcción, los gastos que se incurren en la comercialización del proyecto, así como los cargos financieros que resulten.

Debido a que el proyecto en cuestión es considerado como vivienda de interés medio, la utilidad de su realización está dentro del ámbito financiero. Al no existir una utilidad social del proyecto, las premisas que deben considerarse son financieras y no económicas.

Las evaluaciones financieras, deben ser complementadas con un análisis de sensibilidad. En dicho análisis se evalúan distintas variaciones que podrían ocurrir en la elaboración del proyecto, y se obtiene para cada una de ellas los criterios financieros comentados. Las variaciones podrían ser en los costos de construcción, en alguna de las razones financieras, la velocidad de las ventas etc.

---

### 5.3.1 Costos de los proyectos.

En la sección precedente, se determinaron los volúmenes de construcción para cada una de las alternativas analizadas, ahora, empleando esos volúmenes, se determinará el costo de cada uno de los proyectos. Es necesario mencionar que el costo final, solo considera la superestructura, ya que los acabados, son iguales para ambas alternativas.

Las matrices de precios, fueron tomadas del catálogo de precios BIMSA de mayo de 2003, a este se le aplicó el factor de la inflación acumulada de esa fecha a abril de 2010. Cabe mencionar que la inflación del periodo mencionado fue mayor en los precios del acero, como se muestra en la tabla 5.1.

<b>Tabla 5.1 Inflación acumulada de mayo de 2003 a abril de 2010, fuente BANXICO</b>	
Acero de refuerzo	100.02%
Concreto premezclado	23.70%
Perfiles de acero estructural	93.00%
Madera	33.83%
Soldaduras	143.43%

A continuación se muestran las matrices para la obtención de los costos de los conceptos de cimentación y estructura de las alternativas analizadas.

## Alternativa Concreto:

Concreto hecho en obra con revolvedora de 1 saco, en zapatas, contratrabes, trabes de liga dados, losas planas y muros de cimentación,  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ , resistencia normal, tamaño máximo de agregado 20 mm, incluye vibrado y curado. ( $\text{m}^3$ )

Material	Cantidad	Costo	Importe
Agua	0.0255 $\text{m}^3$	\$89.70	\$2.29
Curafest rojo (Fester)	1.0000 lts	\$16.20	\$16.20
Artesa de concreto	0.0034 pza	\$81.09	\$0.28
Muestreo c/cilindro p/laboratorio	0.3338 pza	\$227.61	\$75.98
Cuadrilla de albañiles: incluye albañil y ayudante	0.3231 jor	\$745.89	\$241.00
Vibrador de concreto, motor de gasolina Kolher	0.6700 Hr	\$50.16	\$33.61
Concreto $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ , resistencia normal	1.0500 $\text{m}^3$	\$1,064.20	\$1,117.41
<b>Total costo directo</b>			<b>\$1,486.75</b>

Acero de refuerzo en cimentación No8 (1"), incluye: habilitado, armado, ganchos y traslapes, desperdicios y acarreo (ton)

Material	Cantidad	Costo	Importe
Varilla de acero corrugada del No 8 (1")	1.1205 ton	\$10,350.00	\$11,597.18
Alambre recocido calibre 18	25.5 kg	\$23.32	\$594.66
Cuadrilla de fierros, incluye fierro y ayudante	4.546 jor	\$668.89	\$3,040.78
<b>Total costo directo</b>			<b>\$15,232.62</b>

Acero de refuerzo en cimentación No10 (1 1/4"), incluye: habilitado, armado, ganchos y traslapes, desperdicios y acarreo (ton)

Material	Cantidad	Costo	Importe
Varilla de acero corrugada del No 10 (1 1/4")	1.1205 ton	\$10,350.00	\$11,597.18
Alambre recocido calibre 18	20.5 kg	\$23.32	\$478.06
Cuadrilla de fierros, incluye fierro y ayudante	3.3338 jor	\$668.89	\$2,229.95
<b>Total costo directo</b>			<b>\$14,305.19</b>

Cimbra común en zapatas de cimentación, incluye: materiales y mano de obra ( $\text{m}^2$ )

Material	Cantidad	Costo	Importe
Barrote 1 1/2" x 4" x 8'	1.3105 pt	\$ 9.86	\$12.93
Duela 3/4" x 4" x 8'	1.9705 pt	\$ 11.48	\$22.63
Clavo c/cabeza de 2"-4"	0.0777 kg	\$ 11.73	\$0.91
Alambre recocido calibre 18	0.0352 kg	\$ 19.82	\$0.70
Cuadrilla de carpinteros para cimbras	0.1255 jor	\$ 668.05	\$83.84
Diesel	1.1000 L	\$ 8.24	\$9.06
<b>Total costo directo</b>			<b>\$130.07</b>

Concreto premezclado $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ en columnas de superestructura, r.n., tma 20 mm (3/4") rev 10, incluye acarreo a 1a estación a 20.00 m. ( $\text{m}^3$ )			
Material	Cantidad	Costo	Importe
Concreto $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ , RN tma=20mm	1.0500 $\text{m}^3$	\$ 1,298.93	\$ 1,363.88
Agua	0.0255 $\text{m}^3$	\$89.70	\$ 2.29
Curafest rojo (Fester)	2.0000 L	\$16.20	\$ 32.40
Artesa de concreto	0.0034 pza	\$81.09	\$ 0.28
Muestreo c/cilindro p/laboratorio	0.3338 pza	\$227.61	\$ 75.98
Cuadrilla de albañiles: incluye albañil y ayudante	0.4005 jor	\$745.89	\$ 298.73
Vibrador de concreto, motor de gasolina Kolher	0.5100 Hr	\$50.16	\$ 25.58
Malacate 1000 kg con accesorios y motor Kolher	0.4168 Hr	\$ 53.18	\$ 22.16
<b>Total costo directo</b>			<b>\$ 1,821.29</b>
			<b>para concreto de <math>300 \text{ kg/cm}^2</math> \$ 1,920.38</b>
			<b>para concreto de <math>350 \text{ kg/cm}^2</math> \$ 2,026.67</b>
Acero de refuerzo en estructura No3 (3/8") incluye: habilitado, armado, ganchos y traslapes, desperdicios y acarreo (ton)			
Material	Cantidad	Costo	Importe
Varilla de acero corrugada de 3/8" No 3	1.0700	\$10,350.00	\$ 11,074.50
Alambre recocado calibre 18	35.5000	\$23.32	\$ 827.86
Cuadrilla de fierros, inc fierro+ayudante	8.3355	\$668.05	\$ 5,568.55
<b>Total costo directo</b>			<b>\$ 17,470.91</b>
Acero de refuerzo en estructura No4 (1/2") incluye: habilitado, armado, ganchos y traslapes, desperdicios y acarreo (ton)			
Material	Cantidad	Costo	Importe
Varilla de acero corrugada de 1/2" No 4	1.0800	\$10,350.00	\$ 11,178.00
Alambre recocado calibre 18	35.5000	\$23.32	\$ 827.86
Cuadrilla de fierros, inc fierro+ayudante	6.3164	\$668.05	\$ 4,219.68
<b>Total costo directo</b>			<b>\$ 16,225.54</b>
Acero de refuerzo en estructura No6 (3/4") incluye: habilitado, armado, ganchos y traslapes, desperdicios y acarreo (ton)			
Material	Cantidad	Costo	Importe
Varilla de acero corrugada de 3/4" No 6	1.1000	\$10,350.00	\$ 11,385.00
Alambre recocado calibre 18	25.5000	\$23.32	\$ 594.66
Cuadrilla de fierros, inc fierro+ayudante	5.4552	\$668.05	\$ 3,644.36
<b>Total costo directo</b>			<b>\$ 15,624.02</b>

Acero de refuerzo en estructura No8 (1") incluye: habilitado, armado, ganchos  
y traslapes, desperdicios y acarreos (ton)

Material	Cantidad	Costo	Importe
Varilla de acero corrugada de 1" No 8	1.1205	\$10,350.00	\$ 11,597.18
Alambre recocado calibre 18	20.5000	\$23.32	\$ 478.06
Cuadrilla de fierros, inc fierro+ayudante	4.6158	\$668.05	\$ 3,083.59
<b>Total costo directo</b>			<b>\$ 15,158.83</b>

Acero de refuerzo en estructura No10 (1 1/4") incluye: habilitado, armado, ganchos  
y traslapes, desperdicios y acarreos (ton)

Material	Cantidad	Costo	Importe
Varilla de acero corrugada de 1 1/4" No 10	1.1205	\$10,350.00	\$ 11,597.18
Alambre recocado calibre 18	20.5000	\$23.32	\$ 478.06
Cuadrilla de fierros, inc fierro+ayudante	4.0060	\$668.05	\$ 2,676.22
<b>Total costo directo</b>			<b>\$ 14,751.45</b>

Cimbra común en columnas (m<sup>2</sup>)

Material	Cantidad	Costo	Importe
Duela 1"x4"x8 1/4'	2.5704 pt	\$10.25	\$ 26.35
Barrote 1 1/2" x 4" x 8 1/4'	1.4853 pt	\$7.78	\$ 11.55
Polin 3 1/2" x 3 1/2" x 8 1/4'	0.8065 pt	\$6.17	\$ 4.98
Clavo con cabeza de 2 - 4"	0.3065 kg	\$11.73	\$ 3.60
Alambre recocado cal 18	0.2402 kg	\$19.82	\$ 4.76
Cuadrilla de carpinteros p cimbras	0.1438 jor	\$666.09	\$ 95.78
Diesel	0.6100 L	\$8.24	\$ 5.03
<b>Total costo directo</b>			<b>\$ 152.04</b>

Cimbra común en trabes (m<sup>2</sup>)

Material	Cantidad	Costo	Importe
Duela 1"x4"x8 1/4'	1.9109 pt	\$10.25	\$ 19.59
Barrote 1 1/2" x 4" x 8 1/4'	2.5009 pt	\$7.78	\$ 19.45
Polin 3 1/2" x 3 1/2" x 8 1/4'	2.0024 pt	\$6.17	\$ 12.35
Chaflán de 3/4" x 8'	1.5100 mt	\$2.98	\$ 4.51
Clavo con cabeza de 2 - 4"	0.2765 kg	\$11.73	\$ 3.24
Alambre recocado cal 18	0.0448 kg	\$19.82	\$ 0.89
Cuadrilla de carpinteros p cimbras	0.1058 jor	\$666.09	\$ 70.47
Diesel	1.1000 L	\$8.24	\$ 9.06
<b>Total costo directo</b>			<b>\$ 139.56</b>

Losa plana 10 cm peralte concreto  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$  en superestructura, incluye: cimbra aparente, habilitado 70 kg de acero x  $\text{m}^3$  de concreto ( $\text{m}^2$ )

Material	Cantidad	Costo	Importe
Cimbra aparente en losas	1.0000 m <sup>2</sup>	\$187.13	\$ 187.13
Acero de refuerzo en estructura	0.0070 t	\$16,225.54	\$ 113.58
Concreto hecho en obra c rev de un saco	0.1030 m <sup>3</sup>	\$1,736.03	\$ 178.81
<b>Total costo directo</b>			<b>\$ 479.52</b>

#### Estructura Metálica:

Base con placa de acero A36 con barrenos, para soporte de columnas. Incluye materiales mano de obra y herramienta (pza)

Material	Cantidad	Costo	Importe
Placa acero A36	15.9400 kg	\$7.08	\$ 112.92
Cuadrilla de herreros	0.2390 jor	\$734.12	\$ 175.45
Disco de diamante de 4.5" x 1/4" x 7/8"	0.0128 pza	\$55.20	\$ 0.71
Broca para acero marca Bosch	0.0285 pza	\$25.01	\$ 0.71
Troqueladora para acero	0.3200 hr	\$124.18	\$ 39.74
Esmeriladora con plato cobre astilla	0.3200 hr	\$7.44	\$ 2.38
Taladro de 5/8", con perforación máxima	0.1500 hr	\$2.42	\$ 0.36
<b>Total costo directo</b>			<b>\$ 332.27</b>

Ancla de acero redondo con cuerda fina en 10 cm y tuerca de presión, embebida en concreto de cimentación para anclaje de base para columnas. Incluye: materiales, m/o y herra. (pza)

Material	Cantidad	Costo	Importe
Acero redondo	5.6550 kg	\$8.84	\$ 49.99
Alambre recocido calibre 18	0.2359 kg	\$19.82	\$ 4.68
Tuerca de presión negra	1.0000 pza	\$12.22	\$ 12.22
Cuadrilla de herreros	0.0638 jor	\$734.12	\$ 46.84
Tarraja dado una medida con mango de plástico	0.0040 pza	\$517.78	\$ 2.07
<b>Total costo directo</b>			<b>\$ 115.79</b>

Estructuras metálicas con acero estructural A36, (perfiles semipesados). Incluye motaje hasta 25 m de altura con grúa (kg)				
Material	Cantidad	Costo	Importe	
Perfil estructural A36	1.1000 kg	\$10.09	\$	11.10
Soldadura e6018 de 1/8" a 1/4"	0.0605 kg	\$21.82	\$	1.32
Primario anticorrosivo No 3 rojo oxidado	0.0004 cb	\$666.00	\$	0.27
Cuadrilla de soldadores calificados	0.0200 jor	\$712.10	\$	14.24
Cuadrilla de pintores	0.0092 jor	\$718.76	\$	6.61
Soldadora Lincoln 300 amp	0.0511 hr	\$75.31	\$	3.85
Grúa convertible link belt LS 68	0.0343 hr	\$316.73	\$	10.86
Andamio de acero tubular de 4m de altura	0.0125 r/d	\$74.31	\$	0.93
<b>Total costo directo</b>			<b>\$</b>	<b>49.18</b>

En las tablas 5.2 y 5.3 se muestra los resúmenes de los costos para las alternativas de concreto y de acero respectivamente. Como puede apreciarse, la alternativa de acero resulta ser cerca del 83 por ciento más costosa, lo anterior se debe al gran incremento que han sostenido los precios de los perfiles estructurales.

Tabla 5.2				
Resumen total de costos para alternativa concreto				
Concepto	Cantidad	PU	Importe	
<b>Cimentación</b>			<b>\$</b>	<b>1,704,946.39</b>
Cimbra en zapatas	275.00 m <sup>2</sup>	\$ 130.07	\$	35,768.15
Concreto de 250 kg/cm <sup>2</sup>	693.58 m <sup>3</sup>	\$ 1,486.75	\$	1,031,182.65
Acero de rfzo del No 8	16.95 ton	\$ 15,232.62	\$	258,192.88
Acero de rfzo del No 10	26.55 ton	\$ 14,305.19	\$	379,802.72
Firme	73.48 m <sup>3</sup>	\$ 1,486.75	\$	109,246.66
<b>Superestructura</b>			<b>\$</b>	<b>10,518,970.01</b>
Concreto de 250 kg/cm <sup>2</sup> columnas	133.87 m <sup>3</sup>	\$ 1,821.29	\$	243,816.29
Concreto de 300 kg/cm <sup>2</sup> columnas	85.79 m <sup>3</sup>	\$ 1,920.38	\$	164,749.58
Concreto de 350 kg/cm <sup>2</sup> columnas	80.74 m <sup>3</sup>	\$ 2,026.67	\$	163,633.51
Concreto de 250 kg/cm <sup>2</sup> trabes	1176.80 m <sup>3</sup>	\$ 1,821.29	\$	2,143,295.80
Acero de rfzo del No3	24.49 ton	\$ 17,470.91	\$	427,862.52
Acero de rfzo del No4	0.20 ton	\$ 16,225.54	\$	3,245.11
Acero de rfzo del No6	42.76 ton	\$ 15,624.02	\$	668,082.98
Acero de rfzo del No8	78.02 ton	\$ 15,158.83	\$	1,182,691.87
Acero de rfzo del No10	58.64 ton	\$ 14,751.45	\$	865,025.10
Cimbra común en columnas	1864.92 m <sup>2</sup>	\$ 152.04	\$	283,544.89
Cimbra común en trabes	11550.60 m <sup>2</sup>	\$ 139.56	\$	1,612,040.65
Losa plana 10 cm	5757.75 m <sup>2</sup>	\$ 479.52	\$	2,760,981.70
<b>Costo Total</b>			<b>\$</b>	<b>12,223,916.40</b>

<b>Tabla 5.3</b>			
<b>Resumen total de costos para alternativa acero</b>			
<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>PU</b>	<b>Importe</b>
<b>Cimentación</b>			<b>\$ 1,306,404.41</b>
Cimbra en zapatas	198.00 m <sup>2</sup>	\$ 130.07	\$ 25,753.07
Concreto de 250 kg/cm <sup>2</sup>	470.44 m <sup>3</sup>	\$ 1,486.75	\$ 699,428.42
Acero de rfzo del No 8	12.02 ton	\$ 15,232.62	\$ 183,096.07
Acero de rfzo del No 10	18.83 ton	\$ 14,305.19	\$ 269,366.67
Firme	73.48 m <sup>3</sup>	\$ 1,486.75	\$ 109,246.66
Base con placa de acero A36	19.00 pza	\$ 332.27	\$ 6,313.19
Anclas para columna metálica	114.00 pza	\$ 115.79	\$ 13,200.32
<b>Superestructura</b>			<b>\$ 20,957,826.58</b>
Estructura metálica	419,080.00 kg	\$ 49.18	\$ 20,612,361.58
Losaacero	5,757.75 m <sup>2</sup>	\$ 60.00	\$ 345,465.00
		<b>Costo Total</b>	<b>\$ 22,264,230.99</b>

Si nuestro único criterio fueran los costos directos del proyecto, lo recomendable sería realizar la edificación con concreto reforzado, sin embargo, la alternativa de acero presenta menor tiempo en la ejecución de la obra, lo cual podría significarle alguna ventaja al considerar el efecto del dinero en el tiempo.

De esta manera, se procederá a realizar un análisis financiero de ambas alternativas, para comprobar si la construcción en concreto resulta más viable, aún considerando el efecto del dinero en el tiempo, o bien si la alternativa en acero tendrá mejores razones financieras.

### 5.3.2 Estructura financiera

El costo total del proyecto está integrado por los costos directos del mismo, y los cargos por financiamiento. Para integrar los costos directos, habrá que agregar a los costos obtenidos en la sección anterior, el valor del terreno, los gastos preliminares, gastos por licencias de construcciones, las instalaciones hidráulicas y sanitarias, así como los acabados. El resumen de dichos costos se aprecia en la tabla 5.4. Al considerar todos los costos, el precio de la construcción en acero sólo resulta ser cerca del 30 por ciento más elevado.

<b>Tabla 5.4</b>		
<b>Costos directos totales</b>		
<b>Concepto</b>	<b>Concreto</b>	<b>Acero</b>
Terreno	\$ 6,000,000.00	\$ 6,000,000.00
Preliminares	\$ 1,000,000.00	\$ 1,000,000.00
Licencias	\$ 500,000.00	\$ 500,000.00
Cimentación	\$ 1,704,946.39	\$ 1,306,404.41
Estructura	\$ 10,518,970.01	\$ 20,957,826.58
Instalaciones	\$ 6,000,000.00	\$ 6,000,000.00
Acabados	\$ 7,000,000.00	\$ 7,000,000.00
<b>Total</b>	<b>\$ 32,723,916.40</b>	<b>\$ 42,764,230.99</b>

En cuanto a los cargos financieros, éstos se refieren a los intereses generados por concepto de la deuda adquirida. Para el caso de los proyectos, se consideró una aportación inicial de \$7,500,000.00, es decir, lo suficiente para cubrir los conceptos del valor del terreno, los gastos preliminares y las licencias de construcción. De esta manera, el financiamiento para el proyecto de concreto resulta ser de \$24,223,916.40, mientras que para el acero de \$35,264,230.99.

Para calcular el pago de los intereses y el capital, se recurre al concepto de anualidad, es decir, un conjunto de pagos iguales realizados a intervalos iguales de tiempo. Se conserva el nombre de anualidad por estar ya muy arraigado en el tema aunque no siempre se refieren a periodos anuales de pago.

Se conoce como intervalo o periodo de pago al tiempo que transcurre entre un pago y otro, y se denomina plazo de la anualidad al tiempo que pasa entre el inicio del primer periodo de pago y el final del último. Renta es el nombre que se le da al pago periódico que se hace.

La variación de los elementos que intervienen en las anualidades hace que existan diferentes tipos de ellas. Para el caso de nuestro proyecto, se considero una anualidad simple anticipada, lo cual quiere decir que el periodo de pago coincide con el de capitalización de los intereses, y que los pagos se realizan al final de cada periodo.

El cálculo de la renta para este tipo de anualidades se realiza con la siguiente expresión:

$$R = \frac{M \times i}{1 - (1+i)^{-n}}$$

Donde:

R = renta, en este caso mensual a pagar

---

M = Monto final de crédito, considerando intereses  
i = Tasa de interés mensual  
n = Plazo del crédito.

Las condiciones del crédito para cada alternativa son:

Condiciones del crédito alternativa concreto:

tasa	15.00% anual
plazo	36 meses
crédito	\$ 25,223,916.40
Monto	\$ 39,448,788.14

Condiciones del crédito alternativa de acero:

tasa	15.00% anual
plazo	36 meses
crédito	\$ 35,264,230.99
Monto	\$ 55,151,276.09

La mensualidad para las alternativas de concreto y acero resultó ser de \$874,395.35 y \$1,222,446.15 respectivamente. El desglose de las amortizaciones se muestra en las tablas 5.5 y 5.6.

**Tabla 5.5**  
**Amortizaciones para alternativa de concreto**

<b>Mes</b>	<b>Pago</b>	<b>Intereses</b>	<b>Amortización</b>	<b>Saldo</b>
				\$ 25,223,916.40
1	\$ 874,395.35	\$ 315,298.96	\$ 559,096.39	\$ 24,664,820.01
2	\$ 874,395.35	\$ 308,310.25	\$ 566,085.10	\$ 24,098,734.91
3	\$ 874,395.35	\$ 301,234.19	\$ 573,161.16	\$ 23,525,573.75
4	\$ 874,395.35	\$ 294,069.67	\$ 580,325.68	\$ 22,945,248.07
5	\$ 874,395.35	\$ 286,815.60	\$ 587,579.75	\$ 22,357,668.32
6	\$ 874,395.35	\$ 279,470.85	\$ 594,924.49	\$ 21,762,743.83
7	\$ 874,395.35	\$ 272,034.30	\$ 602,361.05	\$ 21,160,382.78
8	\$ 874,395.35	\$ 264,504.78	\$ 609,890.56	\$ 20,550,492.22
9	\$ 874,395.35	\$ 256,881.15	\$ 617,514.20	\$ 19,932,978.02
10	\$ 874,395.35	\$ 249,162.23	\$ 625,233.12	\$ 19,307,744.90
11	\$ 874,395.35	\$ 241,346.81	\$ 633,048.54	\$ 18,674,696.36
12	\$ 874,395.35	\$ 233,433.70	\$ 640,961.64	\$ 18,033,734.72
13	\$ 874,395.35	\$ 225,421.68	\$ 648,973.66	\$ 17,384,761.05
14	\$ 874,395.35	\$ 217,309.51	\$ 657,085.84	\$ 16,727,675.22
15	\$ 874,395.35	\$ 209,095.94	\$ 665,299.41	\$ 16,062,375.81
16	\$ 874,395.35	\$ 200,779.70	\$ 673,615.65	\$ 15,388,760.16
17	\$ 874,395.35	\$ 192,359.50	\$ 682,035.85	\$ 14,706,724.31
18	\$ 874,395.35	\$ 183,834.05	\$ 690,561.29	\$ 14,016,163.02
19	\$ 874,395.35	\$ 175,202.04	\$ 699,193.31	\$ 13,316,969.71
20	\$ 874,395.35	\$ 166,462.12	\$ 707,933.23	\$ 12,609,036.48
21	\$ 874,395.35	\$ 157,612.96	\$ 716,782.39	\$ 11,892,254.09
22	\$ 874,395.35	\$ 148,653.18	\$ 725,742.17	\$ 11,166,511.92
23	\$ 874,395.35	\$ 139,581.40	\$ 734,813.95	\$ 10,431,697.97
24	\$ 874,395.35	\$ 130,396.22	\$ 743,999.12	\$ 9,687,698.84
25	\$ 874,395.35	\$ 121,096.24	\$ 753,299.11	\$ 8,934,399.73
26	\$ 874,395.35	\$ 111,680.00	\$ 762,715.35	\$ 8,171,684.38
27	\$ 874,395.35	\$ 102,146.05	\$ 772,249.29	\$ 7,399,435.09
28	\$ 874,395.35	\$ 92,492.94	\$ 781,902.41	\$ 6,617,532.68
29	\$ 874,395.35	\$ 82,719.16	\$ 791,676.19	\$ 5,825,856.49
30	\$ 874,395.35	\$ 72,823.21	\$ 801,572.14	\$ 5,024,284.35
31	\$ 874,395.35	\$ 62,803.55	\$ 811,591.79	\$ 4,212,692.55
32	\$ 874,395.35	\$ 52,658.66	\$ 821,736.69	\$ 3,390,955.86
33	\$ 874,395.35	\$ 42,386.95	\$ 832,008.40	\$ 2,558,947.46
34	\$ 874,395.35	\$ 31,986.84	\$ 842,408.50	\$ 1,716,538.96
35	\$ 874,395.35	\$ 21,456.74	\$ 852,938.61	\$ 863,600.34
36	\$ 874,395.35	\$ 10,795.00	\$ 863,600.34	-\$ 0.00

**Tabla 5.6**  
**Amortizaciones para alternativa de acero**

Mes	Pago	Intereses	Amortización	Saldo
				\$ 35,264,230.99
1	\$ 1,222,446.15	\$ 440,802.89	\$ 781,643.26	\$ 34,482,587.73
2	\$ 1,222,446.15	\$ 431,032.35	\$ 791,413.81	\$ 33,691,173.92
3	\$ 1,222,446.15	\$ 421,139.67	\$ 801,306.48	\$ 32,889,867.45
4	\$ 1,222,446.15	\$ 411,123.34	\$ 811,322.81	\$ 32,078,544.64
5	\$ 1,222,446.15	\$ 400,981.81	\$ 821,464.34	\$ 31,257,080.29
6	\$ 1,222,446.15	\$ 390,713.50	\$ 831,732.65	\$ 30,425,347.65
7	\$ 1,222,446.15	\$ 380,316.85	\$ 842,129.31	\$ 29,583,218.34
8	\$ 1,222,446.15	\$ 369,790.23	\$ 852,655.92	\$ 28,730,562.42
9	\$ 1,222,446.15	\$ 359,132.03	\$ 863,314.12	\$ 27,867,248.30
10	\$ 1,222,446.15	\$ 348,340.60	\$ 874,105.55	\$ 26,993,142.75
11	\$ 1,222,446.15	\$ 337,414.28	\$ 885,031.87	\$ 26,108,110.88
12	\$ 1,222,446.15	\$ 326,351.39	\$ 896,094.77	\$ 25,212,016.11
13	\$ 1,222,446.15	\$ 315,150.20	\$ 907,295.95	\$ 24,304,720.16
14	\$ 1,222,446.15	\$ 303,809.00	\$ 918,637.15	\$ 23,386,083.01
15	\$ 1,222,446.15	\$ 292,326.04	\$ 930,120.11	\$ 22,455,962.90
16	\$ 1,222,446.15	\$ 280,699.54	\$ 941,746.62	\$ 21,514,216.28
17	\$ 1,222,446.15	\$ 268,927.70	\$ 953,518.45	\$ 20,560,697.84
18	\$ 1,222,446.15	\$ 257,008.72	\$ 965,437.43	\$ 19,595,260.41
19	\$ 1,222,446.15	\$ 244,940.76	\$ 977,505.40	\$ 18,617,755.01
20	\$ 1,222,446.15	\$ 232,721.94	\$ 989,724.21	\$ 17,628,030.80
21	\$ 1,222,446.15	\$ 220,350.38	\$ 1,002,095.77	\$ 16,625,935.03
22	\$ 1,222,446.15	\$ 207,824.19	\$ 1,014,621.96	\$ 15,611,313.06
23	\$ 1,222,446.15	\$ 195,141.41	\$ 1,027,304.74	\$ 14,584,008.33
24	\$ 1,222,446.15	\$ 182,300.10	\$ 1,040,146.05	\$ 13,543,862.28
25	\$ 1,222,446.15	\$ 169,298.28	\$ 1,053,147.87	\$ 12,490,714.40
26	\$ 1,222,446.15	\$ 156,133.93	\$ 1,066,312.22	\$ 11,424,402.18
27	\$ 1,222,446.15	\$ 142,805.03	\$ 1,079,641.12	\$ 10,344,761.06
28	\$ 1,222,446.15	\$ 129,309.51	\$ 1,093,136.64	\$ 9,251,624.42
29	\$ 1,222,446.15	\$ 115,645.31	\$ 1,106,800.85	\$ 8,144,823.57
30	\$ 1,222,446.15	\$ 101,810.29	\$ 1,120,635.86	\$ 7,024,187.72
31	\$ 1,222,446.15	\$ 87,802.35	\$ 1,134,643.81	\$ 5,889,543.91
32	\$ 1,222,446.15	\$ 73,619.30	\$ 1,148,826.85	\$ 4,740,717.06
33	\$ 1,222,446.15	\$ 59,258.96	\$ 1,163,187.19	\$ 3,577,529.87
34	\$ 1,222,446.15	\$ 44,719.12	\$ 1,177,727.03	\$ 2,399,802.84
35	\$ 1,222,446.15	\$ 29,997.54	\$ 1,192,448.62	\$ 1,207,354.22
36	\$ 1,222,446.15	\$ 15,091.93	\$ 1,207,354.22	-\$ 0.00

---

### 5.3.3 Evaluación financiera.

Con la estructura financiera analizada, se obtienen los valores de distintos criterios para determinar cuál de las alternativas resultará más conveniente desde una perspectiva financiera. Para el proyecto en cuestión, se determinó el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR).

Dentro de un análisis de financiero, se considera, además del costo de la inversión, el tiempo en el que se puede recuperar la misma. Dentro de un proyecto de construcción, resulta imprescindible conocer el tiempo en el que habrá de ejecutarse la obra. Un menor tiempo en la ejecución de la obra, significa menor tiempo en obtención de los ingresos por ventas.

Existen varios métodos para determinar la conveniencia de alguna inversión, así como una comparación entre varias. El método más común consiste en traducir a “*valor presente*” los flujos monetarios de cualquier proyecto, mediante la expresión indicada a continuación:

$$VPN = -I_0 + \sum_a [(Ba - Ca) / (1 + i)^a] + VR_n$$

donde:

- VPN** = Valor Presente Neto del flujo económico o financiero del proyecto
- I<sub>0</sub>** = Valor de las inversiones iniciales (por convención, agrupadas en un solo año inicial)
- n** = Número de años futuros considerados para el análisis del proyecto
- i** = Valor de la Tasa de Actualización de referencia (en % p.a.)
- B<sub>a</sub>** = Beneficios (o ingresos) de cualquier año *a*, incluido entre 1 y *n*
- C<sub>a</sub>** = Costos (o egresos) de cualquier año *a*, incluido entre 1 y *n*
- VR<sub>n</sub>** = Valor Residual (o de Rescate) de las inversiones al cabo de *n* años, en moneda actual

*Cada vez que la VPN es positiva*, significa que el flujo neto del proyecto más, eventualmente, el valor de rescate de las inversiones, superan el costo inicial de inversión. **La selección de proyectos según el Criterio de la VPN consiste en seleccionar aquellos proyectos con la mayor VPN positiva**, lo que correspondería al criterio financiero clásico de garantizar el menor tiempo posible de recuperación de las inversiones.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es el valor de la Tasa de Actualización *i* que vuelve la VPN igual a cero. En otros términos, la TIR es la **tasa de rentabilidad mínima aceptable** para cualquier proyecto, puesto que la anulación de la VPN

---

significa que los beneficios netos actualizados sólo recuperan la inversión inicial, al cabo de  $n$  años de proyecto. La formulación matemática sería la siguiente:

$$TIR = i_0 \text{ para el cual } VPN = 0 \iff i_0 - VR_n = \sum_a [(Ba - Ca) / (1 + i_0)^a]$$

**La selección de proyectos según el Criterio de la TIR consiste en retener aquellos cuya TIR alcance un valor máximo y superior a la tasa de actualización  $i$ .** Si no fuera el caso, esto implicaría que el rendimiento neto de los proyectos seleccionados es inferior al costo de oportunidad del capital. Es decir que, aunque fuesen rentables (con  $VPN > 0$ ), tendrían una rentabilidad intrínseca inferior al *costo promedio de disposición de los capitales invertidos*. Por lo que no representarían una opción económica o financiera atractiva.

Cabe subrayar que el Criterio de la TIR *no conduce necesariamente a la misma decisión de inversión* que el Criterio de la VPN, antes descrito. Por lo general, cualquier proyecto con VPN positiva muestra una TIR igualmente positiva y superior a la Tasa de Actualización  $i$ . Sin embargo, cuando la TIR alcanza valores muy grandes (superiores al 20 o 25% p.a. en moneda constante), puede significar que el proyecto es muy arriesgado o especulativo, ya que corresponde implícitamente a una tasa de actualización elevada. Por lo que su alto rendimiento posible queda asociado con un mayor riesgo-proyecto. En este caso, un proyecto con una TIR menor y una VPN positiva podría resultar más atractivo, aunque no mostrara una rentabilidad máxima. Asimismo, en el caso de una reinversión de las utilidades en el mismo proyecto (inversiones diferidas), puede ser que la VPN cambie varias veces de signo: al inicio negativa, luego positiva, enseguida negativa (debido al monto de la reinversión), otra vez positiva... En este caso, existen *varios valores de la TIR* asociados con una VPN nula. Por lo que **la TIR ya no es un criterio unívoco de decisión**. Por estas razones, es preferible usar el Criterio de la VPN máxima y positiva.

Otro aspecto importante a considerar es el periodo de recuperación de capital, es decir, es el tiempo correspondiente al primer valor positivo encontrado en el flujo de efectivo.

Las tablas 5.7 y 5.8 muestran la corrida financiera para las alternativas de concreto y acero respectivamente. Los conceptos que se incluyen en ellas son los siguientes:

Para la columna de egresos:

- **Inversión inicial:** Es la aportación realizada para el inicio de los proyectos, la cual se encuentra integrada por el costo del terreno, los gastos preliminares y los costos de las licencias de construcción.

- **Gastos por ventas:** Son los gastos por conceptos de publicidad, marketing, así como sueldos del personal contemplado para las ventas de los departamentos.
- **Impuestos:** No se consideró el pago de impuestos.
- **Crédito:** Es el pago por concepto de la mensualidad del crédito, obtenida en la sección anterior.

Para la columna de ingresos:

- **Productos financieros:** Debido a que el crédito se obtuvo para el costo total del proyecto menos la inversión inicial, se tienen excedentes antes de la ejecución de los trabajos, y se considera que dichos excedentes pueden ser colocados en algún otro instrumento de inversión.
- **Ingresos por ventas:** Son los ingresos por concepto de venta de departamentos y el local comercial. Se consideraron 8 tipos de departamentos, de acuerdo a su costo, los cuales tenían un valor más bajo en preventa, ya que lo más conveniente es obtener ingresos rápidamente, por lo que ofertar costos más bajos en preventa es una estrategia conveniente. Para cada alternativa se consideró una velocidad de ventas distinta, debido a que la construcción en acero concluirá antes su ejecución. A continuación se muestran el costo de los departamentos y la velocidad de ventas, esta última para cada alternativa.

Precios de venta de Departamentos				
Dpto tipo	Ubicación	Preventa	Venta	
A	Nivel 11	\$ 3,618,000.00	\$	4,020,000.00
B	102,1001,58	\$ 3,055,000.00	\$	3,395,000.00
C	103,202,203	\$ 2,874,000.00	\$	3,195,000.00
D	101,201	\$ 1,944,000.00	\$	2,160,000.00
E	301 al 901	\$ 1,755,000.00	\$	1,950,000.00
F	302 al 1002	\$ 1,660,500.00	\$	1,845,000.00
G	303 al 903	\$ 1,576,800.00	\$	1,752,000.00
H	Local comercial	\$ 1,800,000.00	\$	1,920,000.00

**Programa de ventas para alternativa de concreto**

Depto Tipo	Preventa									Venta																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
A						1			1																		
B				1															1							1	
C						1							2														
D								1										1									
E										1	1	2		1				1		1							
F					1				2	1	1				1	1								1			
G					1		2			1		1			1	1											
H		1																									

**Programa de ventas para alternativa en acero**

Depto Tipo	Preventa						Venta																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
A						1			1																		
B				1				1												1							
C						1						2															
D								1											1								
E										1	1	2		1				1		1							
F					1				2	1	1				1	1								1			
G			1		1		2					1			1	1											
H		1																									

Como puede apreciarse, el periodo en preventa de la alternativa de acero es menor que la de concreto, debido a que el tiempo de ejecución también lo es. Lo anterior le otorga a la alternativa de acero, no sólo la ventaja de obtener una velocidad de ventas mayor, sino la reducción del descuento por conceptos de preventa.

Para la columna de flujo de efectivo:

- **Flujo:** Corresponde al flujo en el periodo analizado
- **Flujo acumulado:** Es la suma acumulada de los flujos de efectivo
- **Flujo actualizado:** Es el valor del flujo por su correspondiente factor de actualización, conforme a la fórmula de VPN
- **Flujo acumulado actualizado:** Es la actualización del flujo acumulado, su último valor resultará ser el VPN.

---

Los resultados de los proyectos son:

<b>Alternativa</b>	<b>VPN</b>	<b>TIR</b>	<b>Recuperación</b>
Concreto	\$14,082,977	17.03%	6 meses
Acero	\$13,827,254	19.81%	6 meses

**Tabla 5.7 Corrida financiera para alternativa de concreto**

	Mes						
	1	2	3	4	5	6	7
	<b>Egresos</b>						
Inversión Inicial	-\$ 7,500,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos por ventas	\$ -	\$ -	-\$ 8,000.00	-\$ 8,000.00	-\$ 8,000.00	-\$ 8,000.00	-\$ 15,000.00
Impuestos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Crédito	\$ -	\$ -	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35
<b>Total Egresos</b>	-\$ 7,500,000.00	\$ -	-\$ 882,395.35	-\$ 882,395.35	-\$ 882,395.35	-\$ 882,395.35	-\$ 889,395.35
<b>Ingresos</b>							
Productos Financieros	\$ -	\$ 210,199.30	\$ 195,991.42	\$ 185,034.16	\$ 174,076.90	\$ 155,976.78	\$ 137,876.66
Ingresos por ventas	\$ -	\$ -	\$ 1,800,000.00	\$ 3,055,000.00	\$ 3,237,300.00	\$ 6,492,000.00	\$ 3,153,600.00
<b>Total ingresos</b>	\$ -	\$ 210,199.30	\$ 1,995,991.42	\$ 3,240,034.16	\$ 3,411,376.90	\$ 6,647,976.78	\$ 3,291,476.66
Flujo	-\$ 7,500,000.00	\$ 210,199.30	\$ 1,113,596.07	\$ 2,357,638.81	\$ 2,528,981.55	\$ 5,765,581.43	\$ 2,402,081.31
Flujo acumulado	-\$ 7,500,000.00	-\$ 7,289,800.70	-\$ 6,176,204.63	-\$ 3,818,565.82	-\$ 1,289,584.27	\$ 4,475,997.16	\$ 6,878,078.47
Flujo actualizado	-\$ 7,500,000.00	\$ 191,090.28	\$ 920,327.33	\$ 1,771,328.93	\$ 1,727,328.43	\$ 3,579,972.45	\$ 1,355,912.28
Flujo acum actualizado	-\$ 7,500,000.00	-\$ 7,308,909.72	-\$ 6,388,582.39	-\$ 4,617,253.46	-\$ 2,889,925.04	\$ 690,047.41	\$ 2,045,959.69
Factor de actualización	1.00	1.10	1.21	1.33	1.46	1.61	1.77

**Tabla 5.7 Corrida financiera para alternativa de concreto (continuación)**

	Mes						
	8	9	10	11	12	13	14
<b>Egresos</b>							
Inversión Inicial	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos por ventas	-\$ 15,000.00	-\$ 25,000.00	-\$ 40,000.00	-\$ 40,000.00	-\$ 40,000.00	-\$ 25,000.00	-\$ 25,000.00
Impuestos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Crédito	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35
<b>Total Egresos</b>	-\$ 889,395.35	-\$ 899,395.35	-\$ 914,395.35	-\$ 914,395.35	-\$ 914,395.35	-\$ 899,395.35	-\$ 899,395.35
<b>Ingresos</b>							
Productos Financieros	\$ 111,443.21	\$ 85,009.76	\$ 58,576.31	\$ 32,142.86	\$ 16,666.67	\$ 8,333.33	\$ -
Ingresos por ventas	\$ 1,944,000.00	\$ 6,939,000.00	\$ 5,547,000.00	\$ 3,795,000.00	\$ 5,652,000.00	\$ 6,390,000.00	\$ 1,950,000.00
<b>Total ingresos</b>	\$ 2,055,443.21	\$ 7,024,009.76	\$ 5,605,576.31	\$ 3,827,142.86	\$ 5,668,666.67	\$ 6,398,333.33	\$ 1,950,000.00
<b>Flujo de efectivo</b>							
Flujo	\$ 1,166,047.86	\$ 6,124,614.41	\$ 4,691,180.96	\$ 2,912,747.51	\$ 4,754,271.32	\$ 5,498,937.99	\$ 1,050,604.65
Flujo acumulado	\$ 8,044,126.33	\$ 14,168,740.74	\$ 18,859,921.70	\$ 21,772,669.21	\$ 26,526,940.53	\$ 32,025,878.52	\$ 33,076,483.17
Flujo actualizado	\$ 598,366.93	\$ 2,857,177.82	\$ 1,989,518.67	\$ 1,122,990.26	\$ 1,666,343.09	\$ 1,752,131.11	\$ 304,322.74
Flujo acum actualizado	\$ 2,644,326.62	\$ 5,501,504.44	\$ 7,491,023.11	\$ 8,614,013.37	\$ 10,280,356.46	\$ 12,032,487.57	\$ 12,336,810.31
Factor de actualización	1.95	2.14	2.36	2.59	2.85	3.14	3.45

**Tabla 5.7 Corrida financiera para alternativa de concreto (continuación)**

	Mes						
	15	16	17	18	19	20	21
<b>Egresos</b>							
Inversión Inicial	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos por ventas	-\$ 25,000.00	-\$ 15,000.00	-\$ 15,000.00	-\$ 8,000.00	-\$ 8,000.00	-\$ 8,000.00	-\$ 6,000.00
Impuestos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Crédito	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35
<b>Total Egresos</b>	-\$ 899,395.35	-\$ 889,395.35	-\$ 889,395.35	-\$ 882,395.35	-\$ 882,395.35	-\$ 882,395.35	-\$ 880,395.35
<b>Ingresos</b>							
Productos Financieros	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Ingresos por ventas	\$ 3,597,000.00	\$ 3,597,000.00	\$ -	\$ 4,110,000.00	\$ 3,395,000.00	\$ -	\$ 1,950,000.00
<b>Total ingresos</b>	\$ 3,597,000.00	\$ 3,597,000.00	\$ -	\$ 4,110,000.00	\$ 3,395,000.00	\$ -	\$ 1,950,000.00
<b>Flujo de efectivo</b>							
Flujo	\$ 2,697,604.65	\$ 2,707,604.65	-\$ 889,395.35	\$ 3,227,604.65	\$ 2,512,604.65	-\$ 882,395.35	\$ 1,069,604.65
Flujo acumulado	\$ 35,774,087.82	\$ 38,481,692.47	\$ 37,592,297.12	\$ 40,819,901.77	\$ 43,332,506.43	\$ 42,450,111.08	\$ 43,519,715.73
Flujo actualizado	\$ 710,363.62	\$ 648,179.03	-\$ 193,558.34	\$ 638,564.37	\$ 451,914.03	-\$ 144,278.69	\$ 158,989.92
Flujo acum actualizado	\$ 13,047,173.93	\$ 13,695,352.96	\$ 13,501,794.62	\$ 14,140,358.99	\$ 14,592,273.02	\$ 14,447,994.33	\$ 14,606,984.25
Factor de actualización	3.80	4.18	4.59	5.05	5.56	6.12	6.73

**Tabla 5.7 Corrida financiera para alternativa de concreto (continuación)**

	Mes						
	22	23	24	25	26	27	28
	<b>Egresos</b>						
Inversión Inicial	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos por ventas	-\$ 6,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Impuestos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Crédito	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35
<b>Total Egresos</b>	-\$ 880,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35
<b>Ingresos</b>							
Productos Financieros	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Ingresos por ventas	\$ -	\$ -	\$ 1,845,000.00	\$ -	\$ 3,395,000.00	\$ -	\$ -
<b>Total ingresos</b>	\$ -	\$ -	\$ 1,845,000.00	\$ -	\$ 3,395,000.00	\$ -	\$ -
<b>Flujo de efectivo</b>							
Flujo	-\$ 880,395.35	-\$ 874,395.35	\$ 970,604.65	-\$ 874,395.35	\$ 2,520,604.65	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35
Flujo acumulado	\$ 42,639,320.38	\$ 41,764,925.03	\$ 42,735,529.68	\$ 41,861,134.34	\$ 44,381,738.99	\$ 43,507,343.64	\$ 42,632,948.29
Flujo actualizado	-\$ 118,968.33	-\$ 107,415.95	\$ 108,395.34	-\$ 88,773.51	\$ 232,641.72	-\$ 73,366.54	-\$ 66,696.85
Flujo acum actualizado	\$ 14,488,015.92	\$ 14,380,599.97	\$ 14,488,995.31	\$ 14,400,221.80	\$ 14,632,863.53	\$ 14,559,496.99	\$ 14,492,800.13
Factor de actualización	7.40	8.14	8.95	9.85	10.83	11.92	13.11

**Tabla 5.7 Corrida financiera para alternativa de concreto (continuación)**

	Mes						
	29	30	31	32	33	34	35
	<b>Egresos</b>						
Inversión Inicial	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos por ventas	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Impuestos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Crédito	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35
<b>Total Egresos</b>	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35
<b>Ingresos</b>							
Productos Financieros	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Ingresos por ventas	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Total ingresos</b>	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Flujo de efectivo</b>							
Flujo	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35
Flujo acumulado	\$ 41,758,552.94	\$ 40,884,157.60	\$ 40,009,762.25	\$ 39,135,366.90	\$ 38,260,971.55	\$ 37,386,576.20	\$ 36,512,180.85
Flujo actualizado	-\$ 60,633.50	-\$ 55,121.37	-\$ 50,110.33	-\$ 45,554.85	-\$ 41,413.50	-\$ 37,648.63	-\$ 34,226.03
Flujo acum actualizado	\$ 14,432,166.63	\$ 14,377,045.27	\$ 14,326,934.93	\$ 14,281,380.09	\$ 14,239,966.59	\$ 14,202,317.95	\$ 14,168,091.92
Factor de actualización	14.42	15.86	17.45	19.19	21.11	23.23	25.55

**Tabla 5.7 Corrida financiera para alternativa de concreto (continuación)**

	Mes						
	36	37	38				
<b>Egresos</b>							
Inversión Inicial	\$ -	\$ -	\$ -				
Gastos por ventas	\$ -	\$ -	\$ -				
Impuestos	\$ -	\$ -	\$ -				
Crédito	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35				
<b>Total Egresos</b>	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35				
<b>Ingresos</b>							
Productos Financieros	\$ -	\$ -	\$ -				
Ingresos por ventas	\$ -	\$ -	\$ -				
<b>Total ingresos</b>	\$ -	\$ -	\$ -				
<b>Flujo de efectivo</b>							
Flujo	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35	-\$ 874,395.35				
Flujo acumulado	\$ 35,637,785.51	\$ 34,763,390.16	\$ 33,888,994.81				
Flujo actualizado	-\$ 31,114.57	-\$ 28,285.98	-\$ 25,714.52	<b>VPN</b>	<b>\$ 14,082,976.85</b>		
Flujo acum actualizado	\$ 14,136,977.35	\$ 14,108,691.37	\$ 14,082,976.85	<b>TIR</b>	<b>17.03%</b>		
Factor de actualización	28.10	30.91	34.00				

**Tabla 5.8 Corrida financiera para alternativa de acero**

	Mes						
	1	2	3	4	5	6	7
<b>Egresos</b>							
Inversión Inicial	-\$ 7,500,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos por ventas	\$ -	\$ -	-\$ 8,000.00	-\$ 8,000.00	-\$ 8,000.00	-\$ 8,000.00	-\$ 15,000.00
Impuestos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Crédito	\$ -	\$ -	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15
<b>Total Egresos</b>	-\$ 7,500,000.00	\$ -	-\$ 1,230,446.15	-\$ 1,230,446.15	-\$ 1,230,446.15	-\$ 1,230,446.15	-\$ 1,237,446.15
<b>Ingresos</b>							
Productos Financieros	\$ -	\$ 210,199.30	\$ 195,991.42	\$ 185,034.16	\$ 174,076.90	\$ 155,976.78	\$ 137,876.66
Ingresos por ventas	\$ -	\$ 1,800,000.00	\$ 1,576,800.00	\$ 3,055,000.00	\$ 3,237,300.00	\$ 6,492,000.00	\$ 3,504,000.00
<b>Total ingresos</b>	\$ -	\$ 2,010,199.30	\$ 1,772,791.42	\$ 3,240,034.16	\$ 3,411,376.90	\$ 6,647,976.78	\$ 3,641,876.66
<b>Flujo de efectivo</b>							
Flujo	-\$ 7,500,000.00	\$ 2,010,199.30	\$ 542,345.26	\$ 2,009,588.00	\$ 2,180,930.74	\$ 5,417,530.63	\$ 2,404,430.51
Flujo acumulado	-\$ 7,500,000.00	-\$ 5,489,800.70	-\$ 4,947,455.43	-\$ 2,937,867.43	-\$ 756,936.68	\$ 4,660,593.94	\$ 7,065,024.45
Flujo actualizado	-\$ 7,500,000.00	\$ 1,827,453.91	\$ 448,219.23	\$ 1,509,833.21	\$ 1,489,605.04	\$ 3,363,860.28	\$ 1,357,238.34
Flujo acum actualizado	-\$ 7,500,000.00	-\$ 5,672,546.09	-\$ 5,224,326.86	-\$ 3,714,493.65	-\$ 2,224,888.61	\$ 1,138,971.68	\$ 2,496,210.02
Factor de actualización	1.00	1.10	1.21	1.33	1.46	1.61	1.77

**Tabla 5.8 Corrida financiera para alternativa de acero (continuación)**

	Mes						
	8	9	10	11	12	13	14
<b>Egresos</b>							
Inversión Inicial	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos por ventas	-\$ 15,000.00	-\$ 25,000.00	-\$ 40,000.00	-\$ 40,000.00	-\$ 40,000.00	-\$ 25,000.00	-\$ 25,000.00
Impuestos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Crédito	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15
<b>Total Egresos</b>	-\$ 1,237,446.15	-\$ 1,247,446.15	-\$ 1,262,446.15	-\$ 1,262,446.15	-\$ 1,262,446.15	-\$ 1,247,446.15	-\$ 1,247,446.15
<b>Ingresos</b>							
Productos Financieros	\$ 111,443.21	\$ 85,009.76	\$ 58,576.31	\$ 32,142.86	\$ 16,666.67	\$ 8,333.33	\$ -
Ingresos por ventas	\$ 5,555,000.00	\$ 7,710,000.00	\$ 3,795,000.00	\$ 3,795,000.00	\$ 5,652,000.00	\$ 6,390,000.00	\$ 1,950,000.00
<b>Total ingresos</b>	\$ 5,666,443.21	\$ 7,795,009.76	\$ 3,853,576.31	\$ 3,827,142.86	\$ 5,668,666.67	\$ 6,398,333.33	\$ 1,950,000.00
<b>Flujo de efectivo</b>							
Flujo	\$ 4,428,997.06	\$ 6,547,563.61	\$ 2,591,130.16	\$ 2,564,696.71	\$ 4,406,220.51	\$ 5,150,887.18	\$ 702,553.85
Flujo acumulado	\$ 11,494,021.51	\$ 18,041,585.12	\$ 20,632,715.27	\$ 23,197,411.98	\$ 27,603,632.49	\$ 32,754,519.67	\$ 33,457,073.52
Flujo actualizado	\$ 2,272,775.80	\$ 3,054,486.75	\$ 1,098,892.13	\$ 988,801.60	\$ 1,544,353.41	\$ 1,641,231.39	\$ 203,504.82
Flujo acum actualizado	\$ 4,768,985.81	\$ 7,823,472.56	\$ 8,922,364.69	\$ 9,911,166.29	\$ 11,455,519.70	\$ 13,096,751.10	\$ 13,300,255.92
Factor de actualización	1.95	2.14	2.36	2.59	2.85	3.14	3.45

**Tabla 5.8 Corrida financiera para alternativa de acero (continuación)**

	Mes						
	15	16	17	18	19	20	21
<b>Egresos</b>							
Inversión Inicial	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos por ventas	-\$ 25,000.00	-\$ 15,000.00	-\$ 15,000.00	-\$ 8,000.00	-\$ 8,000.00	-\$ 8,000.00	-\$ 6,000.00
Impuestos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Crédito	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15
<b>Total Egresos</b>	-\$ 1,247,446.15	-\$ 1,237,446.15	-\$ 1,237,446.15	-\$ 1,230,446.15	-\$ 1,230,446.15	-\$ 1,230,446.15	-\$ 1,228,446.15
<b>Ingresos</b>							
Productos Financieros	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Ingresos por ventas	\$ 3,597,000.00	\$ 3,597,000.00	\$ -	\$ 4,110,000.00	\$ 3,395,000.00	\$ -	\$ 1,950,000.00
<b>Total ingresos</b>	\$ 3,597,000.00	\$ 3,597,000.00	\$ -	\$ 4,110,000.00	\$ 3,395,000.00	\$ -	\$ 1,950,000.00
<b>Flujo de efectivo</b>							
Flujo	\$ 2,349,553.85	\$ 2,359,553.85	-\$ 1,237,446.15	\$ 2,879,553.85	\$ 2,164,553.85	-\$ 1,230,446.15	\$ 721,553.85
Flujo acumulado	\$ 35,806,627.37	\$ 38,166,181.22	\$ 36,928,735.07	\$ 39,808,288.92	\$ 41,972,842.76	\$ 40,742,396.61	\$ 41,463,950.46
Flujo actualizado	\$ 618,710.96	\$ 564,858.43	-\$ 269,304.34	\$ 569,704.38	\$ 389,314.04	-\$ 201,187.78	\$ 107,254.38
Flujo acum actualizado	\$ 13,918,966.88	\$ 14,483,825.31	\$ 14,214,520.98	\$ 14,784,225.35	\$ 15,173,539.39	\$ 14,972,351.61	\$ 15,079,605.99
Factor de actualización	3.80	4.18	4.59	5.05	5.56	6.12	6.73

**Tabla 5.8 Corrida financiera para alternativa de acero (continuación)**

	Mes						
	22	23	24	25	26	27	28
<b>Egresos</b>							
Inversión Inicial	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos por ventas	-\$ 6,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Impuestos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Crédito	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15
<b>Total Egresos</b>	-\$ 1,228,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15
<b>Ingresos</b>							
Productos Financieros	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Ingresos por ventas	\$ -	\$ -	\$ 1,845,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Total ingresos</b>	\$ -	\$ -	\$ 1,845,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Flujo de efectivo</b>							
Flujo	-\$ 1,228,446.15	-\$ 1,222,446.15	\$ 622,553.85	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15
Flujo acumulado	\$ 40,235,504.31	\$ 39,013,058.16	\$ 39,635,612.00	\$ 38,413,165.85	\$ 37,190,719.70	\$ 35,968,273.55	\$ 34,745,827.40
Flujo actualizado	-\$ 166,000.63	-\$ 150,172.59	\$ 69,525.67	-\$ 124,109.58	-\$ 112,826.89	-\$ 102,569.90	-\$ 93,245.36
Flujo acum actualizado	\$ 14,913,605.36	\$ 14,763,432.78	\$ 14,832,958.44	\$ 14,708,848.87	\$ 14,596,021.98	\$ 14,493,452.08	\$ 14,400,206.72
Factor de actualización	7.40	8.14	8.95	9.85	10.83	11.92	13.11

**Tabla 5.8 Corrida financiera para alternativa de acero (continuación)**

	Mes						
	29	30	31	32	33	34	35
<b>Egresos</b>							
Inversión Inicial	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos por ventas	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Impuestos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Crédito	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15
<b>Total Egresos</b>	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15
<b>Ingresos</b>							
Productos Financieros	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Ingresos por ventas	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Total ingresos</b>	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Flujo de efectivo</b>							
Flujo	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15
Flujo acumulado	\$ 33,523,381.24	\$ 32,300,935.09	\$ 31,078,488.94	\$ 29,856,042.79	\$ 28,633,596.64	\$ 27,411,150.49	\$ 26,188,704.33
Flujo actualizado	-\$ 84,768.51	-\$ 77,062.28	-\$ 70,056.62	-\$ 63,687.84	-\$ 57,898.03	-\$ 52,634.58	-\$ 47,849.61
Flujo acum actualizado	\$ 14,315,438.21	\$ 14,238,375.93	\$ 14,168,319.31	\$ 14,104,631.47	\$ 14,046,733.44	\$ 13,994,098.86	\$ 13,946,249.24
Factor de actualización	14.42	15.86	17.45	19.19	21.11	23.23	25.55

**Tabla 5.8 Corrida financiera para alternativa de acero (continuación)**

	Mes						
	36	37	38				
<b>Egresos</b>							
Inversión Inicial	\$ -	\$ -	\$ -				
Gastos por ventas	\$ -	\$ -	\$ -				
Impuestos	\$ -	\$ -	\$ -				
Crédito	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15				
<b>Total Egresos</b>	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15				
<b>Ingresos</b>							
Productos Financieros	\$ -	\$ -	\$ -				
Ingresos por ventas	\$ -	\$ -	\$ -				
<b>Total ingresos</b>	\$ -	\$ -	\$ -				
<b>Flujo de efectivo</b>							
Flujo	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15	-\$ 1,222,446.15				
Flujo acumulado	\$ 24,966,258.18	\$ 23,743,812.03	\$ 22,521,365.88				
Flujo actualizado	-\$ 43,499.65	-\$ 39,545.14	-\$ 35,950.12	<b>VPN</b>	<b>\$ 13,827,254.34</b>		
Flujo acum actualizado	\$ 13,902,749.60	\$ 13,863,204.46	\$ 13,827,254.34	<b>TIR</b>	<b>19.81%</b>		
Factor de actualización	28.10	30.91	34.00				

---

### 5.3.4 Análisis de Sensibilidad.

Debido a que durante el horizonte de tiempo del financiamiento del proyecto existen variables que podrían sufrir modificaciones, es necesario complementar el análisis financiero con un análisis de sensibilidad. Un análisis de sensibilidad, se realiza modificando variables y verificando que efectos traerían esas modificaciones a las razones financieras consideradas (TIR y VPN).

Para los proyectos analizados, las variables que se juzgo más conveniente modificar fueron:

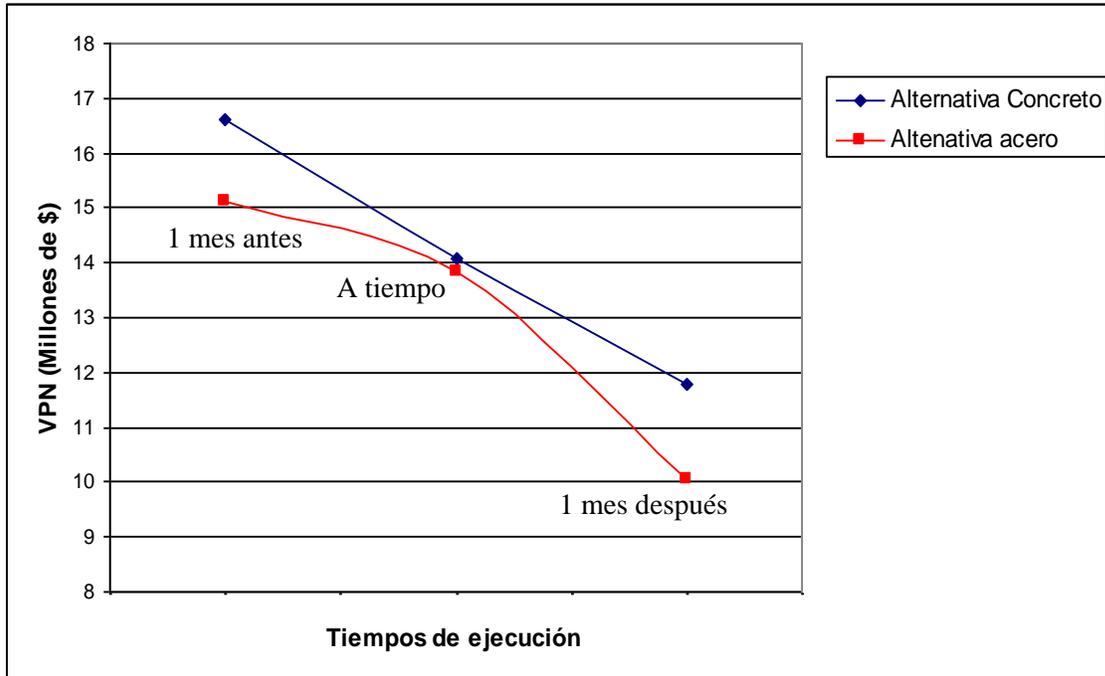
- **Tiempo de ejecución del proyecto:** Un retraso en la ejecución de los trabajos, ocasionaría problemas con la velocidad de las ventas, lo que retrasaría el flujo de efectivo. Para el caso específico del proyecto, se obtuvieron resultados considerando un atraso de un mes, así como una anticipación del mismo tiempo.
- **Costos de construcción:** Es importante considerar una variación en los costos de construcción considerados, los cuales pueden aumentar, a consecuencia de la inflación, o bien, podrían disminuir, si se otorga algún descuento por volumetría. Para el caso del proyecto, se obtuvieron las razones financieras, considerando un incremento de los costos del 20%, y una disminución del mismo porcentaje.
- **Tasa de crédito:** También se consideraron variaciones en las tasa de financiamiento del proyecto, la cual fue originalmente del 15%, y se realizó el cálculo para tasas de 18, 20 y 25 por ciento.
- **Tiempo de financiamiento:** Para obtener la mejor alternativa de financiamiento, se decidió verificar las razones financieras, a plazos de 18, 24 y 30 meses.

En la tabla 5.9, se muestran los resultados del análisis de sensibilidad.

<b>Tabla 5.9 Análisis de Sensibilidad</b>				
<b>Variación</b>	<b>Alternativa</b>	<b>TIR</b>	<b>VPN (miles de\$)</b>	<b>Recuperación de inv.</b>
<b>Original</b>	Concreto	17.03%	\$ 14,082.98	6 meses
	Acero	19.81%	\$ 13,827.25	6 meses
Tiempo de ejecución 1 mes atraso	Concreto	11.95%	\$ 11,771.55	7 meses
	Acero	11.91%	\$ 10,042.94	7 meses
Tiempo de ejecución 1 mes adelanto	Concreto	25.47%	\$ 16,612.25	5 meses
	Acero	30.77%	\$ 15,106.62	4 meses
Costos de construcción incremento 20%	Concreto	16.02%	\$ 12,730.24	6 meses
	Acero	18.21%	\$ 11,862.18	6 meses
Costos de construcción descuento 20%	Concreto	17.83%	\$ 15,210.25	6 meses
	Acero	21.09%	\$ 15,464.82	6 meses

<b>Tabla 5.9 Análisis de Sensibilidad (continuación)</b>				
<b>Variación</b>	<b>Alternativa</b>	<b>TIR</b>	<b>VPN (miles de\$)</b>	<b>Recuperación de inv.</b>
Considerando una tasa de crédito del 18%	Concreto	16.75%	\$ 13,753.10	6 meses
	Acero	19.40%	\$ 13,365.95	6 meses
Considerando una tasa de crédito del 20%	Concreto	16.56%	\$ 13,528.63	6 meses
	Acero	19.12%	\$ 13,052.26	6 meses
Considerando una tasa de crédito del 25%	Concreto	16.02%	\$ 12,952.56	6 meses
	Acero	18.40%	\$ 12,246.87	6 meses
Tiempo de financiamiento de 18 meses	Concreto	11.73%	\$ 10,042.47	8 meses
	Acero	11.67%	\$ 8,178.44	8 meses
Tiempo de financiamiento de 24 meses	Concreto	14.40%	\$ 11,785.29	7 meses
	Acero	15.87%	\$ 10,614.98	7 meses
Tiempo de financiamiento de 30 meses	Concreto	15.99%	\$ 13,035.22	6 meses
	Acero	16.51%	\$ 10,955.26	6 meses

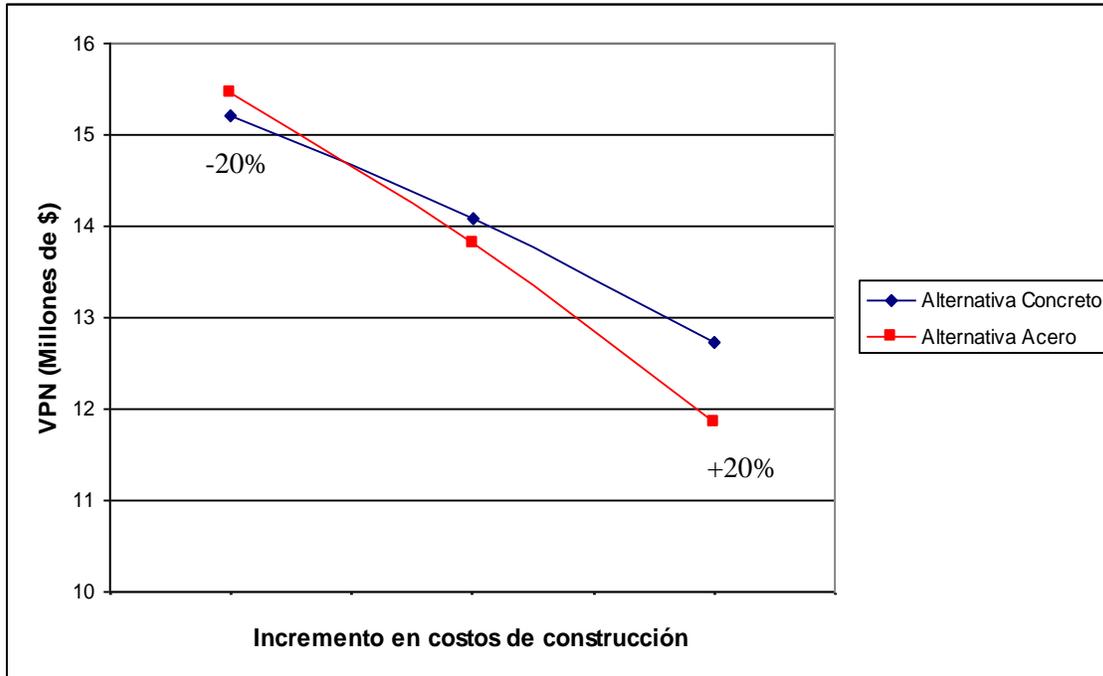
Como puede apreciarse, aún con todas las variaciones, tanto el VPN, como la TIR, resultaron positivas para todos los casos. Los valores más bajos para ambas alternativas, se localizaron para un tiempo de financiamiento de 18 meses, mientras que los valores más altos corresponden a un adelanto en la ejecución de los proyectos, para el caso de concreto, y una disminución del 20 por ciento de los costos para el caso de acero.



**Figura 5.1 Sensibilidad VPN tiempos de ejecución.**

En la Figura 5.1, se observa como la conclusión de los trabajos antes de tiempo traería mayores beneficios para la alternativa de concreto, que para la de acero. Lo anterior es lógico si analizamos que la principal desventaja de ésta alternativa respecto a la de acero, es precisamente el tiempo de ejecución del proyecto, por lo que al reducirse, el VPN del concreto, tendrá mayor diferencia respecto al del acero.

Algo similar ocurre respecto a los costos de construcción, solo que en este caso, la alternativa de acero presenta mayor sensibilidad. Si se presentara una reducción de los costos del orden del 20 por ciento, el VPN de la alternativa de acero, sería mayor que si se presentara el mismo descuento para los precios de acero. Lo anterior se muestra en la Figura 5.2.



**Figura 5.2 Sensibilidad VPN Costos de construcción.**

Por su parte, el comportamiento observado al variar las condiciones del crédito, presenta cambios bruscos en las pendientes para ambas alternativas. Como se muestra en las figuras 5.3 y 5.4, al pasar de una tasa del 20 al 25 por ciento, la reducción del VPN es notable. Para el caso del tiempo de financiamiento, la variación es más apreciable en la alternativa de acero.

Después de realizar el análisis financiero, podemos concluir que, a pesar de que la alternativa de concreto resulta más económica, las razones financieras para ambas alternativas son similares, encontrándose un VPN, poco más elevadas para el caso de concreto y una TIR, más alta para la alternativa de acero. Por lo que ambas alternativas son viables desde una perspectiva financiera.

Aunque de manera general, el VPN fue mayor para la alternativa de concreto, el análisis de sensibilidad mostró que si se pudieran obtener descuentos por volumetría mayores del 20 por ciento, lo indicado sería realizar el proyecto en acero, de igual manera, si la existiera una variación en los tiempos de ejecución considerados mayor de un mes.

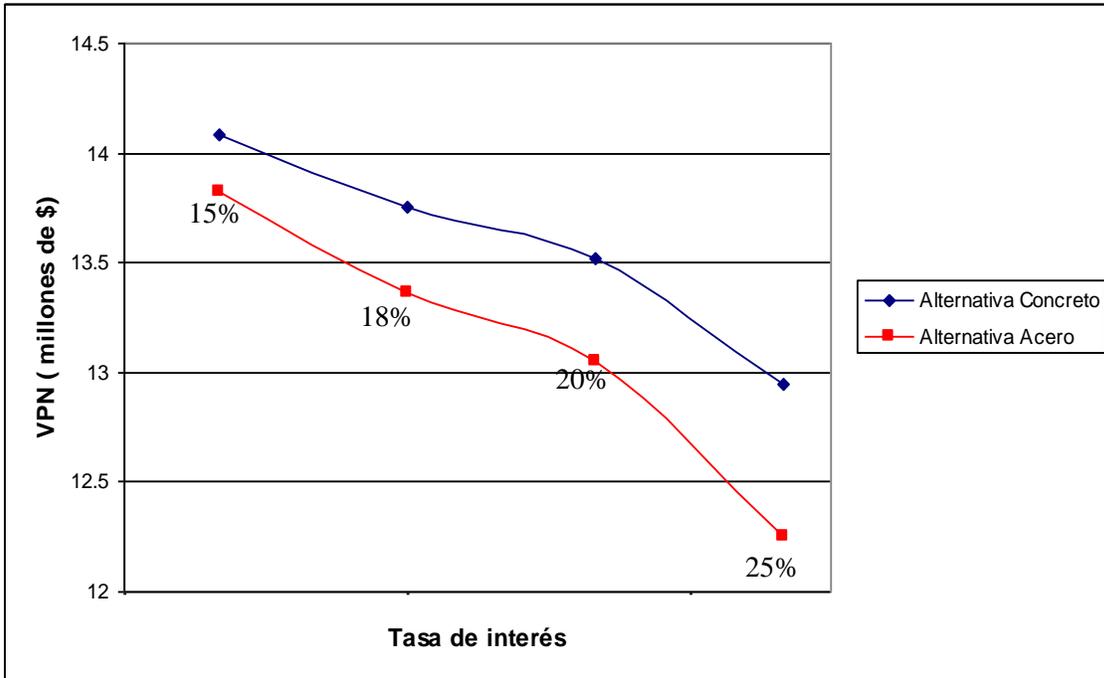


Figura 5.3 Sensibilidad VPN tasa de interés

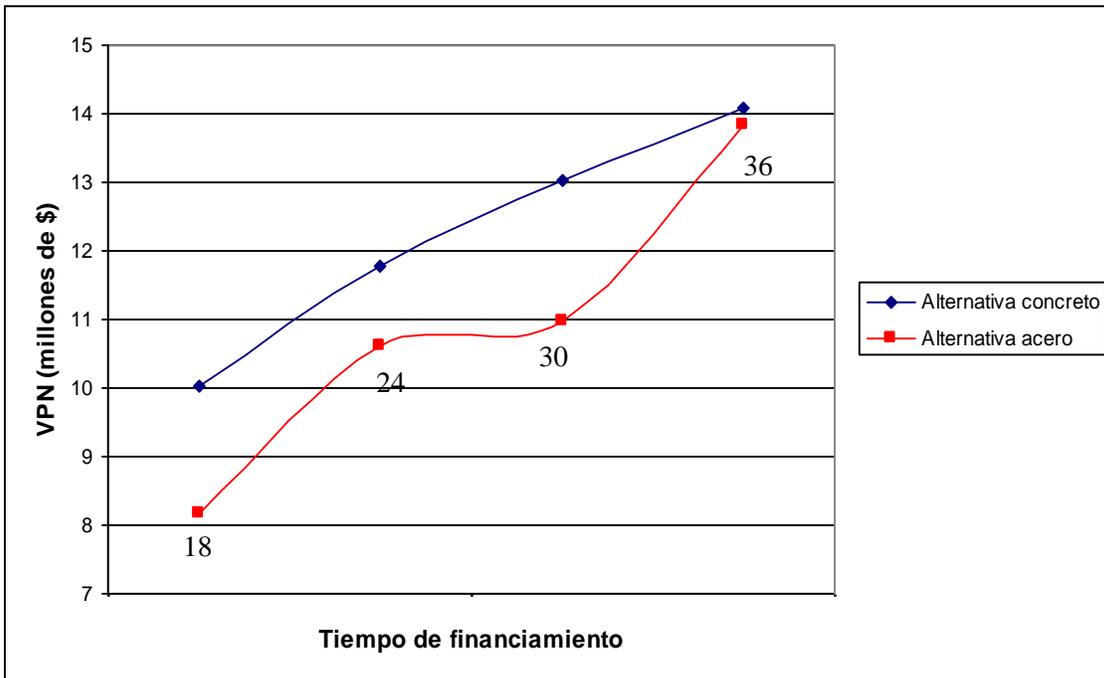


Figura 5.4 Sensibilidad VPN tiempo de financiamiento