

Trabajo preparado para el Curso de Postgrado “Herramientas claves para la administración de empresas agropecuarias”, organizado por la Universidad Empresarial Siglo 21 en Río Cuarto, Córdoba, sobre la base de bibliografía publicada por otros autores. 13 y 20 de Septiembre de 2002

INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE PROYECTOS DE INVERSIÓN EN AGRICULTURA

Rodolfo Bongiovanni, Economista Agrario

Introducción al análisis de proyectos de inversión en agricultura

Rodolfo Bongiovanni, Economista Agrario

1. Proyectos en empresas en marcha.

A diferencia de los estudios de proyectos de creación de nuevos negocios, las evaluaciones de proyectos que involucran modificar una situación existente, como inversiones que las empresas realizan para su modernización, requieren consideraciones muy particulares y procedimientos de trabajo específicos y diferentes. Entre otras cosas, se debe a que la evaluación debe comparar el *beneficio neto* entre la situación base, una situación base optimizada, y una situación con proyecto.

En cualquier tipo de empresa, la gestión financiera de los directivos se caracteriza por la búsqueda permanente de mecanismos que posibiliten la creación y mantenimiento de valor mediante la asignación y uso eficiente de los recursos. La evaluación de proyectos facilita la comprensión de la realidad, por lo que los resultados obtenidos son útiles como apoyo para la toma de decisiones, pero no son exactos.

Mientras que en la evaluación de un proyecto nuevo todos los costos y beneficios son considerados en el análisis, en la evaluación de proyectos de modernización sólo deben considerarse aquellos que son *relevantes* para la comparación. Un método muy usado en la evaluación de proyectos de modernización se conoce como *presupuestos parciales* (Boehlje and Eidman, 1984), que determina si los beneficios de la modernización son superiores a los costos variables que se agregan por dicha modernización.

El único costo que no debe ser considerado en la evaluación de un proyecto de creación de un nuevo negocio es el del estudio de viabilidad, por lo que, aunque al momento de presentar el proyecto no esté pagado, es un costo en el que se debe incurrir, se haga la inversión o no. Por esto es que se considera irrelevante para la decisión.

1.1. Tipologías de proyectos en empresas en marcha.

Hay inversiones *dependientes, independientes y mutuamente excluyentes*.

Dependientes.

Son las que para ser realizadas requieren que se haga otra inversión. Por ej., el sistema de enfriamiento de la leche en un tambo depende de que se construya el tambo, mientras que éste último necesita del sistema de enfriamiento para funcionar adecuadamente. En este caso se habla de proyectos *complementarios*, y se los evalúa en conjunto.

Hay proyectos dependientes por razones económicas, más que físicas, en los que las dos inversiones juntas causan un *efecto sinérgico* en la rentabilidad. También puede ocasionar lo contrario: un *efecto entrópico*, en el que la suma de los dos proyectos simultáneos brinda un resultado inferior a la de la suma de las rentabilidades individuales.

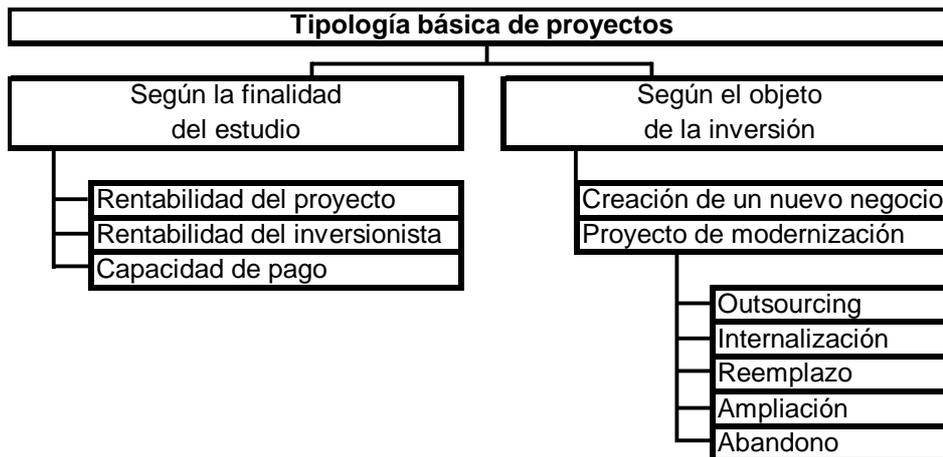
Independientes.

Son las que se pueden realizar sin depender ni afectar o ser afectadas por otro proyecto.

Mutuamente excluyentes.

Son proyectos opcionales, donde aceptar uno impide que se haga el otro o lo hace innecesario. Por ej., adoptar la siembra directa hace innecesaria la inversión en maquinaria de labranza tradicional.

Como en una empresa en marcha se pueden presentar numerosos proyectos de modernización, se los suele clasificar en dos grandes áreas: según la finalidad de la inversión, o según la finalidad del estudio (Figura 1.1).



Fuente: Chain, 2001

Figura 1.2: Tipología básica de proyectos.

La *rentabilidad del proyecto* mide la rentabilidad de un negocio, mientras que la *rentabilidad del inversionista* mide la rentabilidad de los recursos propios de quien realiza la inversión en el caso que se lleve a cabo el proyecto (Tabla 1.1).

Tabla 1.1: Rentabilidad del proyecto y rentabilidad del inversionista.

	0	1	Incremento	Tasa
Flujo del proyecto	\$ (1,000)	\$ 1,120	\$ 120	12%
Financiamiento al 8%	\$ 800	\$ (864)	\$ (64)	8%
Flujo del inversionista	\$ (200)	\$ 256	\$ 56	28%

Nota: no se incluyen impuestos ni el valor del dinero en el tiempo

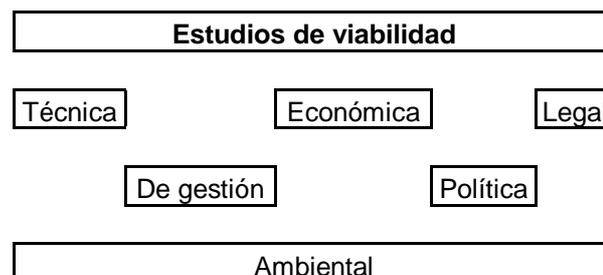
Fuente: Chain, 2001

1.2. Estudios de viabilidad

La decisión de emprender una inversión tiene cuatro componentes básicos:

- El decisor, un inversionista, financista o analista.
- Las variables controlables por el decisor.
- Las variables no controlables por el decisor.
- Las opciones o proyectos que se deben evaluar.

El *análisis del entorno* (demográfico, cultural, tecnológico) donde se sitúa la empresa y del proyecto que se evalúa implementar es fundamental para determinar el impacto de las variables controlables y no controlables. El *análisis financiero* es una evaluación del desempeño histórico de una firma y un pronóstico de sus posibilidades futuras. También es importante definir las *opciones estratégicas* de la decisión en un contexto dinámico.



Fuente: Chain, 2001

Figura 1.3: Clasificación de los estudios de viabilidad.

Para recomendar la aprobación de cualquier proyecto es preciso estudiar un mínimo de tres viabilidades que condicionarán el éxito o fracaso de una inversión: la viabilidad *técnica*, la *legal* y la *económica*. Otras viabilidades son las de *gestión*, la *política* y la *ambiental* (Figura 1.3).

La viabilidad *técnica* determina si es posible física o materialmente hacer un proyecto. Puede incluso llegar a evaluar la capacidad técnica y motivación del personal involucrado.

La viabilidad *legal* determina la existencia de trabas legales para la instalación y operación normal del proyecto, incluyendo las normas internas de la empresa.

La viabilidad *económica* determina la rentabilidad de la inversión en un proyecto.

La viabilidad *de gestión* determina si existen las capacidades gerenciales internas de la empresa para lograr la correcta implementación y eficiente administración del negocio.

La viabilidad *ambiental* determina el impacto sobre el ambiente, por ej., la contaminación.

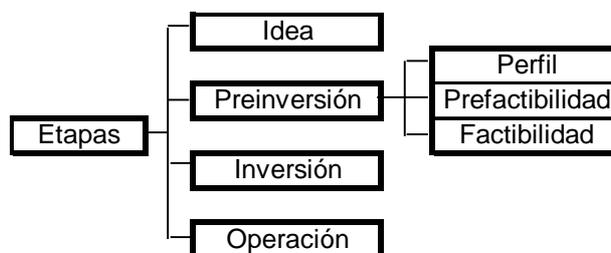
La viabilidad *política* corresponde a la intencionalidad de quienes deben decidir si quieren o no implementar un proyecto, independientemente de su rentabilidad. Por ej., al elegir entre dos proyectos, el criterio tradicional es elegir el de mayor valor actual neto (VAN), aunque los responsables políticos pueden decidir a favor del proyecto con un menor punto de equilibrio en ventas, o a favor del proyecto más flexible en cuanto a la caída de ventas (Tabla 1.2).

	Proyecto A	Proyecto B
Inversión	\$ 30,000	\$ 30,000
Vida útil	10 años	10 años
Valor residual	0	0
Ventas	1000/año	1000/año
VAN	\$ 12,000	\$ 4,000
Ventas de equilibrio	950/año	350/año
Caída de ventas posible	5%	65%

Fuente: Chain, 2001

Tabla 1.2: Comparación entre dos proyectos.

1.3. Etapas de un proyecto



Fuente: Chain, 2001

Figura 1.3. Etapas de un proyecto.

La etapa de *idea* corresponde al proceso sistemático de búsqueda de posibilidades, para solucionar problemas o ineficiencias dentro de la empresa o para aprovechar las oportunidades de negocios. Si se trata de la solución de un problema, se puede recurrir al *outsourcing* o a la *internalización* de procesos que están contratados externamente. Las oportunidades de negocios se aprovechan mejor cuando se conocen las fortalezas y debilidades de la empresa.

La etapa de *preinversión* corresponde al estudio de viabilidad económica de las diversas opciones de solución identificadas para c/u de las ideas de proyectos. Cuanto menos cantidad y calidad tenga la información, más se acerca al estudio de *perfil*; mientras que más y mejor sea la información, más se acerca al nivel de *factibilidad*. El *estudio de perfil* es el más preliminar, estático, y basado en información secundaria y cualitativa (opiniones de expertos o cifras estimativas). Los estudios de *pre-*

factibilidad y de *factibilidad* son dinámicos, proyectan los costos y beneficios a lo largo del tiempo y los expresan mediante un flujo de caja. La información es primaria.

La etapa de *inversión* corresponde al proceso de implementación del proyecto, donde se materializan todas las inversiones previas a su puesta en marcha.

La etapa de *operación* es aquella donde la inversión ya materializada está en ejecución, por ejemplo, con el uso de una nueva cosechadora que reemplazó a la anterior, con la tercerización de actividades que se realizaban internamente, o con el mayor nivel de producción logrado por una ampliación de la capacidad.

2. Cálculo de beneficios de un proyecto.

La rentabilidad que se estime para cualquier proyecto dependerá de la magnitud de los beneficios netos que la empresa obtenga a cambio de la inversión realizada en su implementación, sean éstos obtenidos mediante ingresos, mediante la creación de valor a los activos, o mediante la reducción de costos.

2.1. Ingresos, ahorros de costos y beneficios.

Beneficios del proyecto	
Constituyen movimiento de caja	No constituyen movimiento de caja
Venta de productos	Valor residual del proyecto
Venta de activos	Recuperación de la inversión en capital de trabajo
Venta de residuos	
Venta de subproductos	
Ahorro de costos	

Fuente: Chain, 2001

Figura 2.1. Beneficios de un proyecto.

2.1.1. Ingresos por venta de productos y servicios

Las empresas intentan escapar de la ley de la oferta y demanda buscando la *ventaja competitiva* mediante tres vías:

- Ofrecer un producto que le parezca al consumidor tan distinto de las otras opciones que no sea posible comparación alguna (el mejor).
- Ofrecer un producto que, aunque sea percibido como similar haga al consumidor estimar que posee características adicionales a las de la mejor opción (más por menos).
- Ofrecer un producto percibido como similar, pero a un precio inferior (el más barato).

Los *ingresos* del proyecto aumentan las utilidades contables de la empresa y, en consecuencia, deben ir antes de los impuestos en el flujo de caja. La *reducción de costos* debe considerar los impuestos extras que se pagan por el costo neto ahorrado.

En un mercado competitivo, los productos y servicios se venden al *precio de mercado* que surge del *equilibrio* entre las curvas de oferta y demanda.

Ejemplo: una empresa constructora está evaluando edificar viviendas en un barrio que muestra un fuerte crecimiento. La Tabla 2.1 muestra el promedio histórico de los metros cuadrados de vivienda ofrecidos y demandados. Mientras más alto es el precio, menor es la demanda. El *precio de equilibrio* es de \$64, donde la cantidad ofrecida se iguala a la cantidad demandada. El mismo ejemplo se puede aplicar al precio de la hectárea de tierra agrícola, a la compra y venta de insumos, etc.

Tabla 2.1: Promedio histórico de los metros cuadrados de vivienda ofrecidos y demandados

Precio por m ²	Demanda anual	Oferta anual	Variación
	m ²		
100	13000	46000	33000
90	16000	42000	26000
80	23000	38000	15000
72	29000	35000	6000
64	33000	33000	0
56	42000	28000	-14000
48	50000	21000	-29000

Fuente: Chain, 2001

Evidentemente, la proyección de ventas no sólo debe estar asociada al promedio histórico, sino también a otros factores como el nivel de ingresos del consumidor, el acceso al crédito, etc.

Cuando el pronóstico de la demanda esperada para el bien que producirá la empresa es confiable, se puede recurrir al *análisis de equilibrio* para determinar el precio al que debería venderse el producto. El precio se puede expresar como:

$$p = f(q, cv, cf, t, i, l, vr)$$

Donde:

q = cantidad estimada a producir y vender

cv = costo variable

cf = costo fijo

t = tasa de impuestos a las ganancias

i = rentabilidad exigida de la inversión

l = monto total invertido

vr = valor residual de la inversión

Ejemplo: El estudio de precios promedio de una empresa permite estimar que por cada peso que aumenta el precio (p) de un producto, las ventas se reducen en 200 unidades; que por cada peso que aumenta el ingreso de la población (l), las ventas se incrementan en 8 unidades, que por cada habitante extra que se agrega a la población (P_B), el incremento es del 3% y que por cada peso gastado en marketing, el aumento es del 2% (P_U). Es decir, la cantidad demandada será:

$$Q = -200(p) + 8(l) + 0,03(P_B) + 0,02 (P_U)$$

Si el ingreso *per capita* es de \$2.600, el mercado objetivo está compuesto por una población de 2 millones de habitantes y si los gastos de publicidad son de \$48.000, se puede deducir que:

$$Q = -200(p) + 8(2.600) + 0,03(2.000.000) + 0,02 (48.000)$$

$$Q = -200(p) + 81.760$$

Si la empresa enfrenta costos fijos de \$300.000 y si el costo variable es de \$4,20 por unidad, el costo total es:

$$C_T = 300.000 + 4,20 Q$$

La rentabilidad (p) se maximiza cuando la diferencia entre los ingresos brutos ($p * Q_d$) y el costo total (C_T) es cero. En este ejemplo:

$$p = (p * Q) - (C_T)$$

$$p = (p * Q) - (300.000 + 4,20 Q)$$

$$p = (p * (-200(p) + 81.760)) - (300.000 + 4,20 (-200(p) + 81.760))$$

El precio (p) se puede obtener utilizando el comando Tools, Goal Seek de Excel (Figura 2.2).

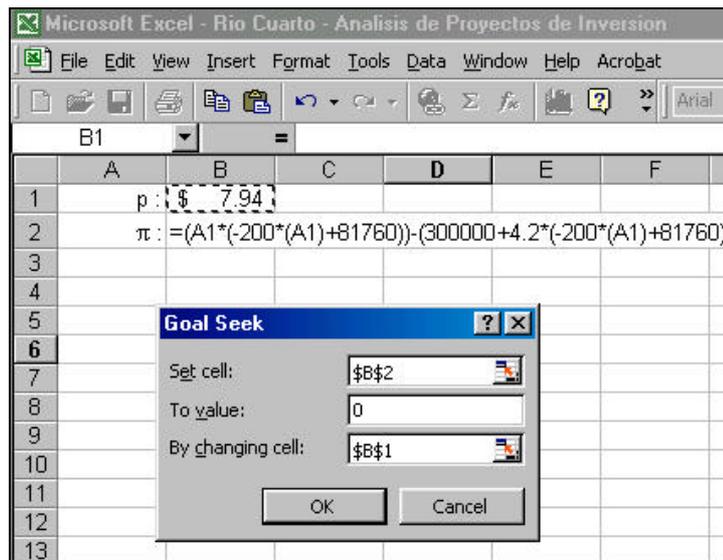


Figura 2.2. Beneficios de un proyecto.

3. Cómo construir los flujos de caja del proyecto

Un factor de mucha relevancia en la correcta formulación de un flujo de caja es la determinación del *horizonte de evaluación* que, en una situación ideal, debiera ser igual a la vida útil del proyecto, del activo, o del sistema que origina el estudio. De esta forma, la estructura de costos y beneficios futuros de la proyección estaría directamente relacionada con la ocurrencia esperada de ingresos y egresos de caja en el total del periodo involucrado.

La importancia del ciclo de vida de los proyectos se manifiesta en que determinará el procedimiento que se deberá seguir para su evaluación. En este sentido, se puede identificar la existencia de tres alternativas

- a. Proyectos con igual vida útil, por ej., la selección de una cosechadora o tractor, donde es posible encontrar maquinaria de distinta marca que tengan una vida útil muy parecida.
- b. Proyectos con vidas útiles distintas donde existe repetibilidad perpetua mediante reinversiones en iguales tecnologías, por ej., cuando se está evaluando optar por un almacenaje de granos en silo bolsa o por uno de silos convencionales, donde la decisión que se tome tiene escasa posibilidad de revertirse
- c. Proyectos con vidas útiles distintas donde al menos una de las opciones no coincide con el período de evaluación. Este caso es frecuente en proyectos que evalúan una sustitución de un activo al que le queda poca vida útil por otro nuevo cuya duración puede ser sustancialmente mayor.

3.1. Estructura general de un flujo de caja

Una forma de ordenar los distintos ítems que componen el flujo de caja de un proyecto considera los cinco pasos básicos que se muestran en la Figura 3.1.

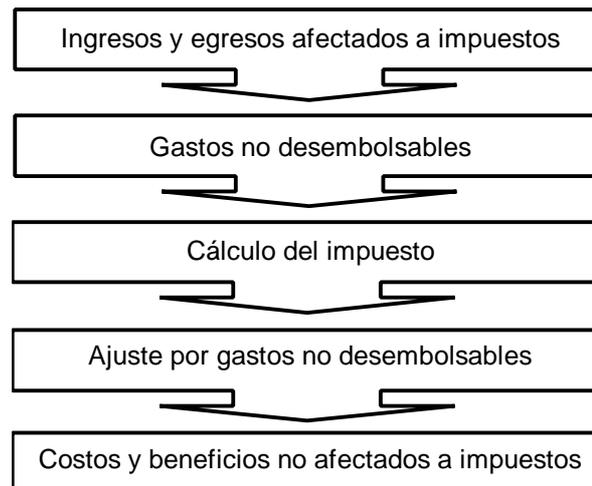
Los *ingresos y egresos afectados a impuestos* incluyen todos aquellos movimientos de caja que, por su naturaleza, pueden alterar el *estado de pérdidas y ganancias* de la empresa y, por lo tanto, la cuantía de los impuestos sobre las utilidades que se podrán generar por la implementación del proyecto.

Los *gastos no desembolsables* corresponden a gastos que, sin ser salidas de caja, son posibles de agregar a los costos de la empresa con fines contables, permitiendo reducir la utilidad sobre la cual se pagan impuestos, por ej.: la depreciación, etc.

El *cálculo del impuesto* aplica la tasa tributaria porcentual sobre las utilidades para determinar el monto del impuesto, dejando por resultado la *utilidad neta*.

Dado que los *gastos no desembolsables* no constituyen una salida de caja, y fueron restados solamente para calcular los impuestos, se debe realizar un *ajuste por gastos no desembolsables*, volviéndolos a sumar para anular su efecto directo en el flujo de caja, pero dejando incorporado su efecto impositivo.

En los *costos y beneficios no afectados a impuestos* se deberán incluir aquellos movimientos de caja que no modifican la riqueza contable de la empresa y que por lo tanto no están sujetos a impuestos, por ej.: las inversiones, donde no disminuye la riqueza de la empresa sino que se está cambiando un activo de caja por un activo fijo (ej.: maquinaria).



Fuente: Chain, 2001

Figura 3.1 Etapas para la construcción de un flujo de caja.

Cada uno de los cinco pasos ordenará la información que corresponda a cada cuenta registrándola en la columna respectiva del flujo de caja.

El *horizonte de evaluación* (plazo en que se evaluará la inversión) depende mucho de las características de cada proyecto. En principio, el flujo de caja debe tener el mismo número de años que la vida útil del proyecto.

Cuando se comparan proyectos con distintas vidas útiles, hay dos procedimientos alternativos:

- Evaluar todos los proyectos al plazo del término del que tiene la menor vida útil.* La evaluación considerará la conveniencia de mantener la opción de menor vida útil por todo el resto de toda su vida útil, o de sustituirla hoy por otra. Ej.: si la vida útil de un equipo es de 5 años y hay una alternativa en el mercado de 8 años, se supone que el equipo se puede reemplazar hoy o al cabo de su vida útil de 5 años.
- Calcular el costo anual equivalente de las opciones.*

$$(VAN * c) / (1 - (1 + c)^{-n})$$

Donde:

c = costo de capital

n = número de periodos

3.2. Situación base frente a situación con proyecto o análisis incremental

Una primera forma de determinar la conveniencia de una inversión es mediante la proyección de dos flujos de caja cuyos resultados deben ser comparados: uno para la *situación base*, y otro para la *situación con proyecto*.

Una alternativa es realizar un análisis incremental, que debe conducir al mismo resultado.

Ejemplo: Se está estudiando la posibilidad de cambiar una máquina con alto costo de mantenimiento por una similar nueva. La máquina actual se compró hace tres años en \$1000, hoy tiene un valor de mercado de \$500 y una vida útil de 5 años más, con un valor residual de \$60. El costo anual de funcionamiento es \$400. La máquina nueva cuesta \$1200, pero permite bajar los costos anuales de funcionamiento a \$300.

Ambas máquinas se deprecian linealmente en un total de 5 años. La máquina actual se ha revalorizado contablemente en el pasado, registrando un valor de libro actual de \$440 y restándole 2 años por depreciar. La tasa de impuestos a las ganancias es del 15%.

Si la máquina nueva tuviese una vida útil de 7 años, se estima su valor residual de \$320 con 5 años de uso.

Situación base:

- Ingresos y egresos afectados a impuestos:* ingreso por venta de la máquina al final de su vida útil y el egreso por costos anuales de funcionamiento.
- Gastos no desembolsables:* Se incluyen dos años de depreciación al 50% del valor de libro actual. Como estará amortizado al final del quinto año, el valor residual es cero.
- Cálculo de impuestos:* La utilidad del proyecto arroja un resultado negativo por no haberse incluido los ingresos de la empresa, que son iguales para ambas máquinas, y por lo tanto, irrelevantes para la decisión. El impuesto no se considera como cero, sino que se mide el ahorro impositivo con que contribuye esta opción hacia el total de la empresa.
- Ajuste por gastos no desembolsables:* La depreciación se vuelve a sumar, para anular su efecto, por no tratarse de un movimiento de caja.
- Ingresos y egresos no afectados a impuestos:* En este caso, la situación base no requiere hacer nuevas inversiones. Tampoco hay valor residual contable de la máquina.

Tabla 3.1. Flujo de caja de la situación base o sin proyecto.

Sin proyecto	0	1	2	3	4	5
Venta activo						60
Costo funcionamiento		-400	-400	-400	-400	-400
Depreciación		-220	-220			
Valor libro						0
Utilidad		-620	-620	-400	-400	-340
Impuesto		93	93	60	60	51
Utilidad neta		-527	-527	-340	-340	-289
Depreciación		220	220			
Valor libro						0
Flujo		-307	-307	-340	-340	-289

Fuente: Chain, 2001

Situación con proyecto:

- Ingresos y egresos afectados a impuestos:* Si se compra la nueva máquina, se podrá vender la máquina actual en \$500. El costo de funcionamiento con la nueva máquina es \$300.
- Gastos no desembolsables:* Depreciación anual (\$240/año), y el valor libro de la máquina que se vende (\$440).
- Cálculo de impuestos:* 15%.
- Ajuste por gastos no desembolsables:* Se vuelve a sumar la depreciación y el valor libro.
- Ingresos y egresos no afectados a impuestos:* Incluye la inversión inicial (\$1200) y el valor residual (\$272). Se debe notar que al valor residual de mercado de \$320 hay que deducirle el 15% de impuestos ($\$320 \cdot 0.85 = \272)

Tabla 3.2. Flujo de caja con proyecto.

Con proyecto	0	1	2	3	4	5
Venta activo	500					
Costo funcionamiento		-300	-300	-300	-300	-300
Depreciación		-240	-240	-240	-240	-240
Valor libro	-440					
Utilidad	60	-540	-540	-540	-540	-540
Impuesto	-9	81	81	81	81	81
Utilidad neta	51	-459	-459	-459	-459	-459
Depreciación		240	240	240	240	240
Valor libro	440					
Inversión	-1200					
Valor residual						272
Flujo	-709	-219	-219	-219	-219	53

Fuente: Chain, 2001

En conclusión, se debe *optar por la opción menos negativa de las dos*. La *sumatoria* de los flujos es de \$-1583 sin proyecto y de \$-823 con proyecto (sin tener en cuenta el valor del dinero en el tiempo, que sería \$-863 y \$-346, respectivamente, a un interés del 15%), por lo que se debería optar por *aprobar el proyecto* de compra de la nueva máquina.

Una forma alternativa de llegar a la misma información es construir directamente un flujo de caja incremental. Para ello se debe incluir la variación ocasionada en cada ítem presupuestado en el flujo por la eventual aprobación del proyecto de sustitución.

3.3. Cómo construir un flujo de caja para medir la rentabilidad de los recursos propios y la capacidad de pago.

Para determinar cuál es la rentabilidad que obtendría el inversionista por los recursos propios aportados para la materialización del proyecto se debe efectuar una corrección al flujo de caja que mide la rentabilidad del total de la inversión, mediante la incorporación del efecto del financiamiento externo en la proyección de caja efectuada anteriormente, ya sea por la obtención de un *préstamo* o la contratación de un *leasing*.

La forma de tratar estas dos situaciones es distinta cuando se trata de medir la rentabilidad del inversionista, principalmente por las consideraciones de tipo tributario que se deben tener en cuenta al construir el flujo de caja.

3.3.1. Financiamiento del proyecto con deuda

Un préstamo bancario tiene un efecto negativo sobre la *rentabilidad de la empresa* y por lo tanto, un efecto positivo sobre el impuesto. Es decir, genera un ahorro tributario al reducir las utilidades contables sobre las cuales se calcula el impuesto.

La *rentabilidad del inversionista* se calcula comparando la inversión con el flujo de caja resultante después de pagar el crédito.

Ejemplo: Si el 50% de la inversión se financia con un préstamo a 4 años y con un interés anual del 8%, la cuota anual que se debe pagar al banco es:

$$\text{Cuota anual} = \text{Préstamo} * \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$Cuota\ anual = \$400 * \left[\frac{0,08(1 + 0,08)^4}{(1 + 0,08)^4 - 1} \right]$$

$$Cuota\ anual = 400 * ((0,08 * (1,08)^4) / ((1,08)^4 - 1)) = \$120.77$$

$$O\ bien, = PMT(8\%, 4, -400) = \$120.77$$

A los efectos comparativos, el flujo de caja del proyecto puro, sin financiamiento, se indica en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Flujo de caja del proyecto puro, sin financiamiento.

Proyecto puro	0	1	2	3	4	5
Ingresos		400	400	400	400	400
Egresos		-180	-180	-180	-180	-180
Depreciación		-60	-60	-60	-60	-60
Utilidad		160	160	160	160	160
Impuesto		-24	-24	-24	-24	-24
Utilidad neta		136	136	136	136	136
Depreciación		60	60	60	60	60
Inversión	-800					
Valor residual						400
Flujo	-800	196	196	196	196	596

Fuente: Chain, 2001

Para diferenciar la parte de la cuota que corresponde a los intereses del préstamo (sujeta a impuesto) de su amortización (no sujeta a impuesto), se debe elaborar una *tabla de pagos* que expresa, en la primera columna, el saldo de la deuda al inicio de cada año; en la segunda, el monto total de cada cuota, en la tercera, el interés del período y, en la cuarta, el monto que amortizará la deuda inicial, calculada como la diferencia entre la cuota y el interés pagaderos.

Tabla 3.4. Tabla de pagos del préstamo.

Deuda	Cuota	Interés	Amortización
400	121	32	89
311	121	25	96
215	121	17	104
112	121	9	112

Fuente: Chain, 2001

El *flujo de caja del inversionista* incorpora el préstamo con signo positivo, y el flujo de caja en el momento 0 se reduce a los \$400 correspondientes al 50% de la inversión que no cubre el préstamo.

En conclusión, la opción de proyecto sin financiamiento es más rentable. La *sumatoria* de los flujos es de \$1.380 sin financiamiento y de \$908 con financiamiento (sin tener en cuenta el valor del dinero en el tiempo, que sería \$540 y \$199, respectivamente, a un interés del 15%).

Tabla 3.5. Flujo de caja del proyecto con financiamiento.

Proyecto con deuda	0	1	2	3	4	5
Ingresos		400	400	400	400	400
Egresos		-180	-180	-180	-180	-180
Intereses		-32	-25	-17	-9	
Depreciación		-60	-60	-60	-60	-60
Utilidad		128	135	143	151	160
Impuesto		-19	-20	-21	-23	-24
Utilidad neta		109	115	122	128	136
Depreciación		60	60	60	60	60
Inversión	-800					
Préstamo	400					
Amortización		-89	-96	-104	-112	
Valor residual						400
Flujo	-400	80	79	78	76	596

Fuente: Chain, 2001

4. Cálculo y análisis de la viabilidad económica

4.1. Conceptos básicos de matemática financiera.

La rentabilidad de un proyecto se puede medir de muchas formas distintas: en unidades monetarias, en porcentaje o en tiempo que demora la recuperación de la inversión. Todas ellas se basan en el concepto del valor tiempo del dinero, que considera que siempre existe un costo asociado a los recursos que se utilizan en el proyecto, ya sea de oportunidad (otros usos), ya sea financiero (préstamo).

En otras palabras, un peso de hoy vale más que un peso en el futuro, o \$1.000 invertidos al 10% anual es igual a \$1.100 dentro de un año. Por otra parte, el pago de \$1.000 dentro de un año, hoy sólo representan \$909.

4.1.1. Equivalencias entre un valor actual y un valor final

El valor futuro (VF) de un valor actual (VA) se calcula:

$$VF = VA (1+i)^n$$

Ejemplo 4.1: VF de un VA.

Una empresa debe usar la línea de crédito automático por sobregiro que le ofrece el banco para financiar un proyecto de \$10.000. Si $i=10\%$ y las proyecciones indican que este sobregiro se cubrirá recién al cuarto año, el monto adeudado en ese momento será de:

$$VF_{(4)} = \$10.000 (1+0,1)^4 = \$14.641$$

O bien, $= FV(0,1,4,-10000) = \$14.641$

El valor actual (VA) de un valor futuro (VF) se calcula:

$$VA = VF / (1+i)^n$$

Ejemplo 4.2: VA de un VF.

Para determinar cuánto se debe depositar hoy para lograr acumular \$18.000 al final de cuatro años si un banco ofrece una tasa de interés del 10%:

$$VA_{(4)} = \$18.000 / (1+0,1)^4 = \$12.294$$

$$\text{O bien, } = PV(0,1,4,-18000) = \$12.294$$

4.1.2. Equivalencias entre un valor actual o futuro y una serie de pagos uniformes**Ejemplo 4.3: VF de una anualidad.**

Si en c/u de los siguientes 4 años se depositara \$1.000 a una tasa de interés del 10%, al final del período se tendrá un valor acumulado de \$4.641:

Tabla 4.1. Cálculo del valor futuro de un flujo periódico uniforme.

	0	1	2	3
Saldo inicial		1000	2100	3310
Interés		100	210	331
Saldo capitalizado		1100	2310	3641
Depósito	1000	1000	1000	1000
Saldo final	1000	2100	3310	4641

Fuente: Chain, 2001

Cuando todos los flujos son iguales, el valor actual se puede calcular alternativamente por la siguiente ecuación en Excel:

$$= FV(10\%,4,-1000) = \$4.641$$

Ejemplo 4.4: VA de una anualidad.

Si se busca calcular el valor actual de cuatro pagos futuros iguales de \$1000 c/u, a una tasa del 10%, se obtiene un equivalente actual de \$3169,87. La ecuación a usar es:

$$VA = F \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

donde F es el valor del flujo neto de caja, uniforme anualmente, llamado *anualidad*.

$$\text{En Excel: } =1000*(((1,1)^4)-1)/(0,1*(1,1)^4) = \$3169,87$$

$$\text{O bien, } =PV(10\%,4,-1000) = \$3169,87$$

Ejemplo 4.5: VA de una serie de pagos no uniformes.

Si un proyecto genera cinco flujos de \$2.000, \$2.600, 3.200, 3.200, y \$3.200, el valor actual del flujo indicaría, a una tasa de actualización del 10%, un resultado positivo de \$10.544. Esto se obtiene de actualizar individualmente el valor de cada flujo actual, multiplicándolo por $1/(1+i)^n$ (Tabla 4.2 a). Una alternativa es poner los cinco flujos en cinco celdas de Excel, y usar la fórmula NPV (Tabla 4.2 b).

$$=NPV(10\%,B1:B5) = \$10.544$$

Tabla 4.2. Cálculo del valor actual de un flujo periódico desuniforme.

	1	2	3	4	5	Total
Flujo	2000	2600	3200	3200	3200	
Tasa	10%	10%	10%	10%	10%	
Factor actualización	0.91	0.83	0.75	0.68	0.62	
Valor actual	1818	2149	2404	2186	1987	10544

	1	2	3	4	5
Flujo	2000	2600	3200	3200	3200
Valor actual	\$10,544				

Adaptado de Chain, 2001

4.2. Criterios de evaluación.

4.2.1. Valor actual neto (VAN)

Es el método más conocido y el más aceptado. Mide la rentabilidad del proyecto en valores monetarios que exceden a la rentabilidad deseada después de recuperar toda la inversión. Para ello, calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja proyectados a partir del primer periodo de operación y le resta la inversión total expresada en el momento cero.

Si $VAN > 0$, mostrará cuánto se gana con el proyecto. Si $VAN = 0$, la rentabilidad del proyecto es igual a la tasa i que se quería lograr sobre el capital invertido, y si $VAN < 0$, muestra el monto que falta para ganar la tasa i que se quería.

Ejemplo 4.2.1.:

Suponga que para generar el flujo de caja expuesto en el ejemplo anterior se debe realizar una inversión de \$10.000. Al restar al total de los valores actuales ya calculados la inversión inicial, se obtiene un VAN de \$544, que se interpreta como el exceso de valor obtenido por sobre lo exigido al capital invertido (Tabla 4.3)

Tabla 4.3. Cálculo del VAN de un proyecto con flujo periódico desuniforme.

	0	1	2	3	4	5	VAN
Flujo anual	-10000	2000	2600	3200	3200	3200	
Tasa		10%	10%	10%	10%	10%	
Factor actualización		0.91	0.83	0.75	0.68	0.62	
Valor actual	-10000	1818	2149	2404	2186	1987	544

Adaptado de Chain, 2001

Hay que tener la precaución de colocar el monto de la inversión en el momento cero, y contabilizar los flujos después del período cero, es decir, al inicio de cada período. Esto es porque las inversiones se realizan por adelantado, mientras que los flujos por lo general se perciben al final de cada año. Lo ideal es construir una tabla como la anterior para asegurarse que cada valor esté en el lugar que corresponda.

4.2.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Un segundo criterio de evaluación lo constituye la *tasa interna de retorno* (TIR), que mide la rentabilidad como un porcentaje. En el ejemplo anterior, cuando se exigía el 10% de retorno a la inversión, el VAN mostró que el proyecto rendía eso y \$544 más. Es decir, daba al inversionista una

rentabilidad superior al 10% exigido. Si se quiere conocer la tasa de retorno a la inversión de este proyecto, se obtendrá cuando el valor del VAN sea cero. Esto se logra escribiendo el valor de la inversión más los cinco flujos en celdas de Excel, y usando la ecuación financiera IRR:

$$=IRR(B2:B7) = 11,95\%$$

Tabla 4.4. Cálculo de la TIR de un proyecto.

	0	1	2	3	4	5	TIR
Flujo anual	-10000	2000	2600	3200	3200	3200	11.95%

Adaptado de Chain, 2001

4.2.3. Período de recuperación de la inversión (PRI)

El *período de recuperación de la inversión* (PRI) tiene por objeto medir en cuánto tiempo se recupera la inversión, incluyendo el costo del capital involucrado. Se calcula dividiendo la inversión (\$10.000) por la rentabilidad promedio, en valores actuales (\$2.109). Para este ejemplo, el período de recuperación de la inversión es de casi 5 años (Tabla 4.5)

Tabla 4.5. Cálculo del PRI de un proyecto.

	0	1	2	3	4	5	PRI	
Flujo anual	-10000	2000	2600	3200	3200	3200		
Tasa		10%	10%	10%	10%	10%		
Factor actualización		0.91	0.83	0.75	0.68	0.62		
Valor actual	-10000	1818	2149	2404	2186	1987		
Valor actual promedio		2109						4.74

Adaptado de Chain, 2001

4.3. Valuación de opciones aplicada a la evaluación de proyectos.

La empresa y los inversionistas estarán dispuestos a destinar recursos a un proyecto siempre que la inversión tenga un retorno que les satisfaga. Sin embargo, el retorno esperado está sujeto al comportamiento o volatilidad de una gran cantidad de variables. El supuesto que adoptan todos los modelos de valoración de opciones es que es posible predecir la volatilidad.

Frente a la imposibilidad de predecir con exactitud este comportamiento en la evaluación de un proyecto, se aplica el mismo criterio general propuesto por Black y Scholes (1973) para proporcionar al decisor la máxima información posible. En este sentido, se supone que cuanto mayor sea la volatilidad o incertidumbre, mayor será el interés por tener una opción.

Si una empresa, por ej., evalúa la incorporación de más equipos de fábrica para producir un nuevo producto y se enfrenta a dos alternativas tecnológicas: una más cara que tiene una duración de 15 años y otra más barata pero que se debe sustituir cada 3 años, no siempre optará por la que aparezca como más rentable. Si en este caso, la máquina de mayor vida útil conduce a un VAN mayor que el que se obtendrá con la adquisición de la máquina más barata y que debe sustituirse cuatro veces para igualar la vida útil de 15 años de la otra, es posible que algunos inversionistas prefieran esta última, por cuanto valoran la opción que tendrían dentro de 3 años para abandonar o redireccionar el proyecto.

Especialmente en empresas que enfrentan un alto grado de cambio tecnológico, la decisión de una u otra tecnología se podrá basar en el valor que se le otorga a la flexibilización de una decisión tomada. Si este valor es superior a la diferencia de los VAN, se optará por la que permite la mayor flexibilización, y viceversa. Haciendo una analogía con la teoría de opciones en los mercados financieros, Dixit y Pindick (1995) valoran la espera de la opción para una mejor información. Por

ejemplo, si en tres años más se ve consolidado el mercado o se estima más estable el cambio tecnológico, en ese momento se podrá optar por sustituir la máquina de menor vida útil por la de mayor duración. Si se invierte en esta última por ser más rentable y en tres años más se observa un comportamiento del mercado o de la tecnología contrario al señalado, la empresa podría enfrentarse a un pésimo proyecto si la inversión tiene el carácter de irreversible.

La aplicación de modelos de valoración de opciones como suplemento al VAN para apoyar la toma de una decisión de inversión se fundamenta en que el VAN ignora tanto la irreversibilidad como la conveniencia de postergar una inversión.

La valuación de opciones denomina *call* a la opción de compra, la que consiste en un contrato que da al poseedor el derecho, pero no la obligación, de comprar algo a un precio definido y en una fecha determinada.

Una empresa, basándose sólo en el criterio del VAN, puede enfrentar una oportunidad de inversión de manera similar a una opción de compra, es decir, tiene el derecho, pero no la obligación, de invertir en un proyecto.

Respecto al valor de la flexibilidad, probablemente cada inversor estará dispuesto a asumir diferentes costos (menor rentabilidad esperada) para tener una oportunidad de inversión flexible en vez de inflexible.

La teoría de opciones es flexible, y puede funcionar en ambos sentidos, tanto para demorar una inversión como para anticiparla. Por ejemplo, se puede considerar el caso de los semilleros que tienen que tomar decisiones estratégicas en el mercado volátil actual. Debido a que toma unos 18 meses traer una semilla al mercado (del semillero al productor), las compañías tienen que decidir qué variedades tienen que producir para satisfacer la demanda de acá a 18 meses. Con la incertidumbre ligada a la adopción de semillas transgénicas, no es claro cuál va a ser la demanda. Si el mercado acepta las semillas transgénicas, la rentabilidad potencial puede ser muy alta. Si, por el otro lado, el mercado internacional cierra sus puertas a las semillas transgénicas, las pérdidas pueden ser muy elevadas. Además, si el semillero en cuestión elige una opción, mientras que la competencia elige la otra, se corre el riesgo de perder el mercado.

El valor de una inversión tiene dos componentes: por un lado, los flujos de caja asociados a la inversión, y por otro lado las opciones que brinda la inversión de generar flujos de caja potenciales o de evitar posibles pérdidas. La segunda fuente de valor está asociada con la flexibilidad de la inversión de adaptarse a las incertidumbres futuras del mercado. En este ejemplo, el semillero tiene dos fuentes de incertidumbre: la demanda de semillas transgénicas por los productores, y la respuesta de la competencia.

El semillero del ejemplo tiene dos alternativas de inversión, siguiendo un esquema rígido:

- a. Producir alto volumen de semillas transgénicas y bajo volumen de tradicionales (Alto/Bajo) o
- b. Producir bajo volumen de semillas transgénicas y alto volumen de tradicionales (Bajo/Alto).

Una tercer alternativa es usar la teoría de opciones y:

- c. Producir alto volumen de ambas semillas (Alto/Alto). La opción es vender la semilla que demanda el mercado.

Al igual que en el mercado de las opciones financieras, la compañía tiene que pagar una prima para adquirir la opción. En este caso, el costo es el producir y almacenar semilla extra que no va a ser vendida. El valor de esta prima depende de la rentabilidad que brinde la opción en las diferentes alternativas del mercado.

Las fuentes de incertidumbre son dos:

- 1) Demanda de semillas transgénicas por parte de los productores (Alta o Baja)
- 2) Reacción de la competencia en cuanto a las tres alternativas de volúmenes de producción (Alto/Bajo), (Bajo/Alto), (Alto/Alto).

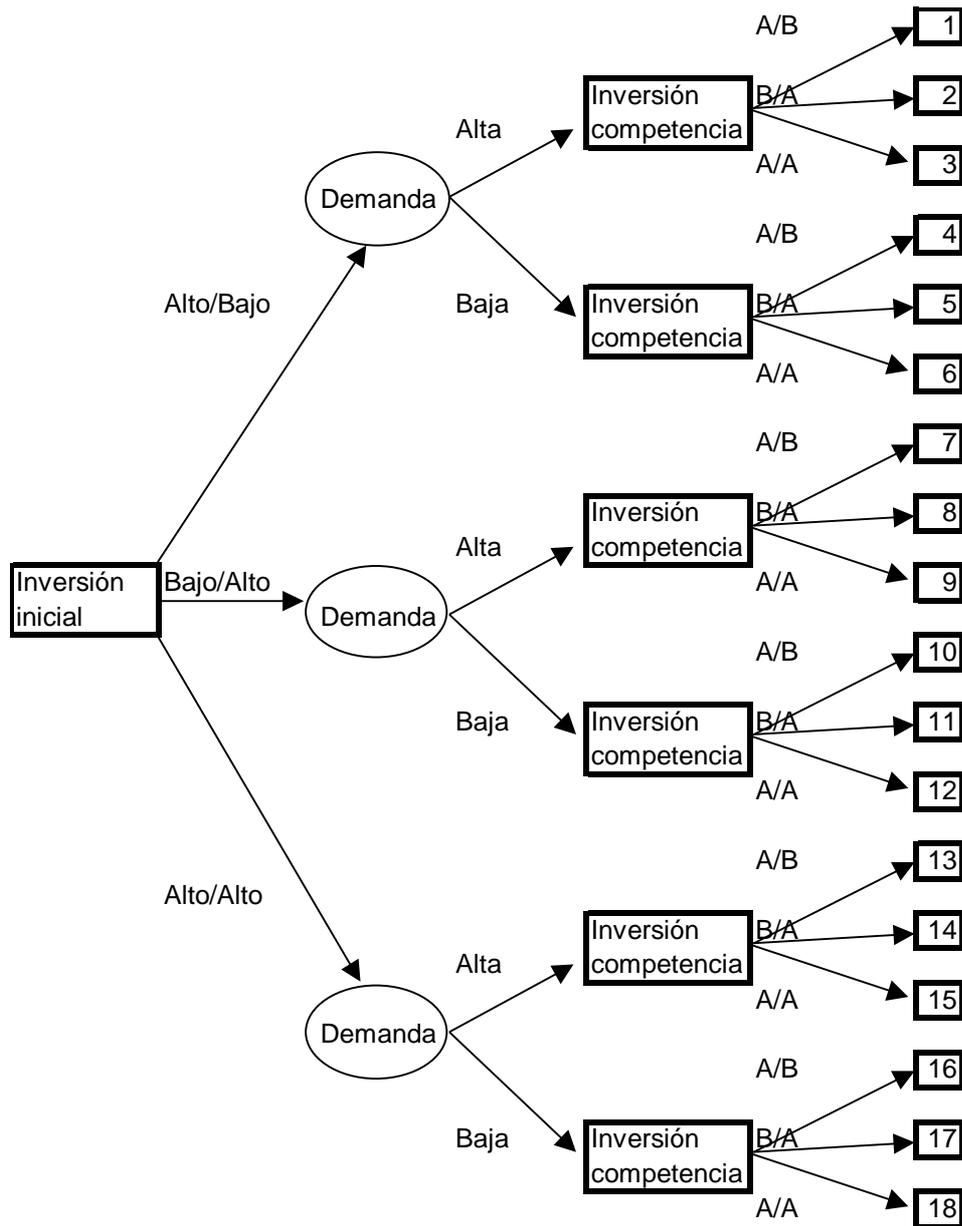


Figura 4.1: Valor de las opciones relacionado a las incertidumbres del mercado

5. Evaluación de inversiones ante incertidumbre

La mayoría de las evaluaciones de proyectos se realiza en escenarios de certidumbre respecto de las variables que componen el flujo de caja. Sin embargo, en la mayoría de los procesos decisorios, el inversionista busca determinar la probabilidad de que el resultado real no sea el estimado y la posibilidad de que la inversión pudiera incluso resultar con rentabilidad negativa.

La tolerancia al riesgo, la posición financiera de la empresa, la diversificación de sus otras inversiones y el plazo de recuperación de la inversión, entre otros factores, condicionan la toma de distintas decisiones entre diferentes potenciales inversionistas que evalúan un mismo proyecto. Un análisis equilibrado del riesgo con el rendimiento esperado de una inversión, evitará aceptar proyectos muy vulnerables si se asume mucho riesgo o perder oportunidades por ser poco agresivos en la decisión.

Muchas variables son las que condicionan el grado de tolerancia al riesgo: la personalidad del inversionista, el horizonte de tiempo de la inversión, la disponibilidad de recursos físicos o financieros e incluso, la edad de quien decide. Generalmente los inversionistas más jóvenes toman más riesgos por trabajar con horizontes de tiempo más largos. Por lo mismo, la tolerancia al riesgo cambia con el tiempo, lo que obliga a reevaluar el riesgo al cambiar las circunstancias que lo determinaron en primer instancia.

5.1. Análisis de inversiones en condiciones de riesgo e incertidumbre.

Los conceptos de *riesgo* e *incertidumbre* son distintos. Mientras que el *riesgo* considera que los supuestos de la proyección se basan en probabilidades de ocurrencia que se puede estimar, la *incertidumbre* enfrenta una serie de eventos futuros a los que es imposible asignar una probabilidad. En otras palabras, existe *riesgo* cuando los posibles escenarios con sus resultados se conocen y existen antecedentes para estimar su distribución de frecuencia, y hay *incertidumbre* cuando los escenarios o su distribución de frecuencia se desconocen.

La definición más común de *riesgo* es la de la “variabilidad relativa del retorno esperado”, o la *desviación estándar* (DS) del retorno esperado respecto al retorno medio, en cuanto a la magnitud de la variación. Mientras más alta sea la desviación estándar, mayores serán las variaciones del retorno y por consiguiente, del riesgo.

Las probabilidades que no se pueden verificar en forma objetiva se denominan probabilidades subjetivas. La más observada en la práctica es la que supone una distribución normal, la que indica que en un 67,5% de los casos, los retornos caerán dentro de un rango que está entre el valor promedio al retorno +/- una desviación estándar. Si al promedio se suman y restan dos variaciones estándar, el intervalo incluirá al 95% de los casos.

En una empresa en funcionamiento es muy posible encontrar información en sus registros de datos que posibiliten efectuar un análisis de riesgo de un proyecto nuevo pero sobre el que se tienen experiencias previas. El análisis del riesgo mediante la DS sigue procedimientos distintos según se trate de datos históricos o proyectados. En el caso de datos históricos, se usa la expresión:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (A_i - A_x)^2}{n - 1}}$$

Donde:

- σ = desviación estándar
- A_j = rendimiento de cada observación
- A_x = rendimiento promedio de las observaciones
- n = número de observaciones

Ejemplo 5.1. Una empresa ha logrado las rentabilidades promedio anuales sobre las inversiones repetitivas en seis locales de ventas de agroquímicos, que se muestran en la Tabla 5.1:

Observación j	Rendimiento observado A_j	Rendimiento promedio A_x	DS ($A_j - A_x$)	Varianza ($A_j - A_x$) ²
1	0.12	0.095	0.025	0.000625
2	0.13	0.095	0.035	0.001225
3	0.08	0.095	-0.015	0.000225
4	0.04	0.095	-0.055	0.003025
5	0.08	0.095	-0.015	0.000225

6	0.12	0.095	0.025	0.000625
Suma	0.57		0	0.00595

Fuente: Chain, 2001

Sustituyendo estos valores en la ecuación anterior, se obtiene $\sigma = \sqrt{\frac{0,00595}{5}} = 3,45\%$,

lo que indica que existe un 67,5% de posibilidades de que la rentabilidad de un nuevo local de ventas se sitúe entre un 9,5% de rentabilidad +/- 3,45% (o sea, entre el 6,05% y el 12,95%) y un 95% de posibilidades de que se sitúe entre un 9,5% de rentabilidad +/- (2 * 3,45%) (o sea, entre el 2,6% y el 16,4%). La desviación estándar también se puede obtener con la función STDEV de Excel.

Por otro lado, y para calcular la variabilidad de los resultados de una inversión de acuerdo con posibles escenarios futuros a los cuales se les puede asignar una probabilidad de ocurrencia, el procedimiento para calcular la DS difiere del anterior, siendo la ecuación:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{k=1}^n (A_k - A_y)^2 * P(k)}$$

Donde A_k es el resultado esperado para cada escenario k ; A_y el resultado promedio ponderado de los distintos escenarios respecto de la probabilidad $P(k)$ asignada a c/u.

Ejemplo 5.2. Para una inversión de \$20.000, una empresa identifica tres escenarios que condicionarán el valor actual (VA) de los flujos netos proyectados y a los cuales les asigna la probabilidad de ocurrencia que se muestra en la Tabla 5.2:

Tabla 5.2: Cálculo de las desviaciones sobre las bases proyectadas

Escenario k	Probabilidad $P(k)$	Flujo de caja A_k	Factor $(A_k P_k)$	Desviación $(A_k - A_y)$	Varianza $(A_k - A_y)^2$	Producto $P_k * \text{varianza}$
Expansión	0.4	26000	10400	3300	10890000	4356000
Normal	0.45	22000	9900	-700	490000	220500
Recesión	0.15	16000	2400	-6700	44890000	6733500
$A_y = 22700$					56270000	11310000

Fuente: Chain, 2001

Sustituyendo estos valores en la ecuación anterior de la DS, se obtiene: $\sigma = \sqrt{11310000} = 3.363$. Igual que en el caso anterior, se concluye que el VAN estaría con un 68% de posibilidades en el intervalo de 22.700 más 3.363 y 22.700 menos 3.363, es decir, entre 19.337 y 26.063. Con un 95% de confianza, el intervalo estará entre 15.974 y 29.426. Es importante notar que en ambos casos, el límite inferior del intervalo muestra un VAN inferior a la inversión de \$20.000, con lo que se obtendría un VAN negativo.

Cuando se comparan proyectos con diferentes consideraciones de riesgo, existen algunos criterios que logran simplificar el proceso decisorio:

5.1.1. Dominancia. Cuando en todos los escenarios el resultado esperado de una alternativa X es mejor que el de otra alternativa Y, se dice que la primera domina a la segunda, y por lo tanto, se descarta Y.

Ejemplo 5.1.1: Una empresa enfrenta cuatro opciones de inversión cuyos VAN se calcularon en función de cinco escenarios posibles a los que se les asignó la probabilidad que se muestra en la Tabla 5.1.1. Como se puede observar, en todos los escenarios, el proyecto 2 domina al proyecto 1, por lo que este último se elimina.

Tabla 5.1.1: Relaciones de VAN para cinco escenarios probables.

Escenario <i>k</i>	Probabilidad <i>P(k)</i>	Proyectos			
		1	2	3	4
Recesivo	0.05	-10000	0	-15000	-3000
Pesimista	0.15	-4000	6000	-8000	5000
Normal	0.4	0	7000	1000	11000
Optimista	0.25	6000	9000	9000	14000
Expansivo	0.15	9000	10000	18000	17000

Fuente: Chain, 2001

5.1.2. Nivel de aspiración. Se define un nivel de aspiración y después se busca el proyecto que maximiza la probabilidad de alcanzarlo. Si, en el mismo ejemplo anterior, con un criterio muy conservador se plantea elegir el proyecto más seguro después de dar al inversionista el retorno exigido, se seleccionará al proyecto 2 por ser el único que cumple con esa condición en todos los escenarios.

5.1.3. Valor esperado (E). Calcula el valor esperado de cada proyecto en función de la probabilidad asignada a cada escenario y al resultado proyectado. El valor esperado se calcula por:

$$E[VAN_x] = \sum_{k=1}^n VAN_{xk} * P(k)$$

Donde $E[VAN_x]$ es el VAN esperado de cada proyecto x , y donde $P(k)$ es la probabilidad de que ocurra el escenario k .

Tabla 5.1.3: VAN esperado para los proyectos 2, 3 y 4.

Escenario <i>k</i>	Probabilidad <i>P(k)</i>	Proyectos		
		2	3	4
Recesivo	0.05	0	-15000	-3000
Pesimista	0.15	6000	-8000	5000
Normal	0.4	7000	1000	11000
Optimista	0.25	9000	9000	14000
Expansivo	0.15	10000	18000	17000
$E[VAN_x]$	1	7450	3400	11050

Adaptado de Chain, 2001

Con este criterio, se elige el proyecto 4 por ser el de mayor $E[VAN]$.

5.1.4. Equivalencia de certeza (EC). Corrige el resultado del $E[VAN_x]$ por un coeficiente de aversión al riesgo (α). Según este criterio, el proyecto 4 sería elegido, ya que presenta el mayor VAN en EC.

$$EC = E[VAN_x] - \alpha * \sigma[x]$$

$$\sigma[x] = \sqrt{\sum (VAN_{xk})^2 P(x) - (E[x])^2}$$

Tabla 5.1.4: Equivalente de certeza.

Escenario <i>k</i>	Proyectos		
	2	3	4
Recesivo	0	11250000	450000
Pesimista	5400000	9600000	3750000
Normal	19600000	400000	48400000
Optimista	20250000	20250000	49000000
Expansivo	15000000	48600000	43350000
E[VANx]	7450	3400	11050
Aversión	0.70	0.70	0.70
Desviación std	7762	9492	12040
EC	2017	-3244	2622

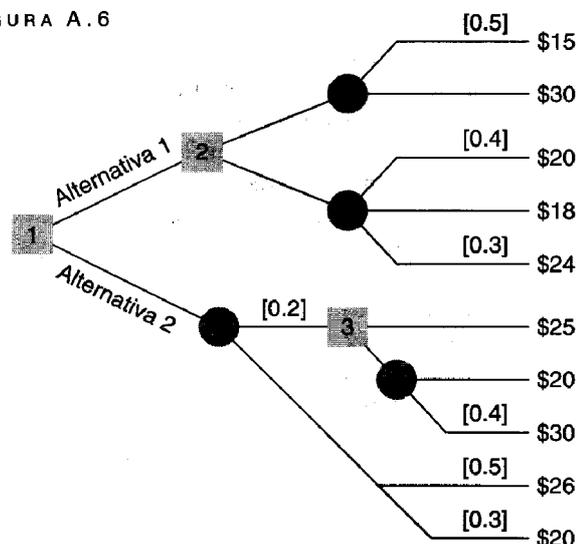
Adaptado de Chain, 2001

5.1.5. Árboles de decisiones. Tal como se vio en la sección sobre valuación de opciones aplicada a la evaluación de proyectos, el árbol de decisión es una representación gráfica de una serie de decisiones a tomar (nodos cuadrados), basándose en el resultado de elementos aleatorios (nodos redondos), a los que se les asigna una probabilidad de ocurrencia. El extremo de las ramas indica el resultado económico de cada alternativa.

Ejemplo 5.1.5: Analice el árbol de decisiones ilustrado en la siguiente figura.

- ¿Cuál es la mejor alternativa, 1 ó 2? **Alternativa 2**
- ¿Cuál es el rédito esperado para la mejor alternativa? **\$24.**

FIGURA A.6



$$\begin{aligned}
 &=45/2 && 22.5 \\
 &=0.4*20+18*0.3+24*0.3 && 20.6 \\
 &25 && 25 \\
 &=20*0.6+30*0.4 && 24 \\
 &=25*0.2+26*0.5+20*0.3 && \mathbf{24}
 \end{aligned}$$

5.2. Análisis de sensibilidad.

Los resultados que se obtienen al aplicar los criterios de evaluación no miden exactamente la rentabilidad del proyecto, sino sólo la de uno de los tantos escenarios futuros posibles. Los cambios que casi con certeza se producirán en el comportamiento de las variables del entorno harán que sea prácticamente imposible esperar que la rentabilidad calculada sea la que efectivamente tenga el proyecto implementado. Para ello, la decisión sobre la aceptación o rechazo de un proyecto debe basarse más en la comprensión del origen de la rentabilidad de la inversión y del impacto de la no ocurrencia de algún parámetro considerado en el cálculo del resultado que en el VAN positivo o negativo.

6. Cálculo de la tasa de costo de capital

6.1. El costo del capital.

El costo del capital representa la tasa de retorno exigida a la inversión realizada en un proyecto, para compensar el costo de oportunidad de los recursos propios destinados a ella, la variabilidad del riesgo y el costo financiero de los recursos obtenidos en préstamos, si se recurre a ellos. En otras palabras, la tasa de costo de capital debe ser igual a la rentabilidad esperada de un activo financiero de riesgo comparable, ya que los accionistas de la empresa estarán dispuestos a invertir en un proyecto si su rentabilidad esperada es más alta, en igualdad de condiciones de riesgo, que la que obtendría invirtiendo en activos financieros de otro tipo, como por ejemplo, acciones.

La empresa, al optar por un determinado proyecto de inversión, desvía recursos que dejan de redituarse la rentabilidad alternativa, por lo que asume un *costo de oportunidad*. Sin embargo, es muy probable que ambos proyectos tengan riesgos distintos, por lo que este costo se define como la mejor rentabilidad esperada después de su ajuste por riesgo.

La rentabilidad esperada para empresa se puede calcular mediante el *modelo para la valoración de los activos de capital* (CAPM), que señala que la tasa de rentabilidad exigida es igual a la tasa libre de riesgo más una prima por riesgo:

$$E[R_i] = R_f + \beta (E[R_m] - R_f)$$

Donde $E[R_i]$ es la rentabilidad esperada de la empresa, R_f la tasa libre de riesgos, y $E[R_m]$ la tasa de retorno esperada para el mercado. El coeficiente β es el factor de medida de riesgo no sistemático.

Ejemplo 6.1.1: Suponiendo que una empresa se financia sólo con capital propio, que el coeficiente beta de los proyectos nuevos es 1,18 e igual al del capital de la empresa, que la tasa libre de riesgo es 6% y que la prima por riesgo del mercado es del 8%, la tasa de descuento de los nuevos proyectos sería, reemplazando en la ecuación anterior, la siguiente:

$$r_0 = 6\% + 1,18 (8\%) = 15,4\%$$

Donde r_0 es el costo de capital. Para el cálculo del coeficiente beta, ver Chain (2001).

El supuesto de que la inversión se financia en su totalidad con recursos propios no es realista en la mayoría de los casos. Por ello, se hace necesario incorporar el efecto de un eventual endeudamiento sobre la rentabilidad de la inversión.

La situación de deuda es comparable con la de un apalancamiento operacional. Cuando una empresa tiene costos fijos más altos y costos variables unitarios más bajos respecto de otra cuyos costos fijos son bajos pero los variables unitarios altos, se dice que tiene un *apalancamiento operativo* mayor, ya que una variación en el nivel de ventas impacta más fuertemente en la variación de los beneficios.

Ejemplo 6.1.2: Dos empresas que elaboran un mismo producto utilizan alternativas tecnológicas distintas con estructuras de costos diferentes:

	Tecnología A	Tecnología B
Precio de venta producto	200	200
Costo variable unitario	120	90
Margen de contribución	80	110
Costo fijo	12000	20000

Fuente: Chain, 2001

En este caso, la empresa que usa la opción tecnológica B tiene un apalancamiento operativo mayor, ya que un incremento en las ventas aporta \$110 por cada unidad, mientras que la otra sólo contribuye con \$80. De la misma forma, una reducción en la actividad afecta más fuertemente a la empresa que usa la tecnología B, ya que deja de recibir más beneficios por cada unidad que se deje de vender, pero mantiene compromisos de pago sobre los costos fijos.

Cuando la empresa se endeuda para financiar un proyecto, asume la responsabilidad de pago de los intereses, independientemente del comportamiento de sus ventas, por lo que tiene el carácter de costo fijo. A este caso se le denomina *apalancamiento financiero*.

Para incorporar este efecto existen dos modelos generales:

- a) Ajustar el VAN del proyecto por el VAN del financiamiento
- b) Ajustar la tasa de descuento calculando el costo promedio ponderado del capital.

Para un ejemplo, ver más abajo la aplicación del procedimiento VAN a la compra de una nueva cosechadora por parte de un contratista (tomado de Boehlje and Eidman, 1984).

Ejemplo del procedimiento VAN Compra de una nueva cosechadora por parte de un contratista. (tomado de Boehlje and Eidman, 1984)

I. Análisis de rentabilidad económica

Ejemplo para ilustrar el uso del procedimiento VAN, aplicado a la decisión de la compra de una nueva cosechadora por parte de un contratista. El contratista tiene que pagar \$76.420 por una cosechadora con un cabezal maicero solamente, con la que espera cosechar 400 ha de maíz por año, cobrando U\$S 56 por ha. La cosechadora tiene una vida útil de 8 años y un valor residual después de impuestos al cabo de 8 años de \$19.586. Los costos operativos se calculan en U\$S 6,90 /ha para reparaciones; U\$S 3,65 /ha para combustibles y lubricantes; U\$S 6,34 /ha por mano de obra; y U\$S 3,34 /ha en concepto de seguros, impuestos y habitación; lo que hace un total de U\$S 20,24 /ha en costos operativos. Para simplificar el análisis, se asume que tanto los costos operativos como el servicio de cosecha se incrementan en 5% por año.

El contratista tiene que pagar un impuesto del 28%, y planea financiar su actividad con un 70% de capital propio y un 30% de deuda. El costo de capital (tasa promedio de retorno al capital en la rama de contratistas de cosecha) es del 13,5%, y se puede conseguir dinero en préstamo al 12%.

Paso 1: Calcular la tasa de descuento o costo promedio ponderado del capital.

$$d = k_e W_e + k_d (1-t) W_d$$

Donde: k_e = costo del capital propio (promedio del mercado)
 W_e = % de capital propio en el negocio
 k_d = costo del capital prestado (crédito)
 t = % de impuesto
 W_d = % de capital prestado (crédito) en el negocio

$$d = (0,135 * 0,70) + (0,12 * 0,72 * 0,30)$$

$$d = 0,094 + 0,026$$

$$d = 0,12$$

Esta es la tasa nominal de descuento (12%). Para que sea la tasa real (r^*), hay que incluir la inflación (I)

$$r^* = \frac{1+d}{1+I} - 1$$

Paso 2: Calcular el valor presente de la inversión. El precio de compra de la cosechadora es de U\$S 76.420. No se requiere capital de trabajo adicional, y el importe total de la compra se debe depositar inmediatamente. Por lo tanto, el valor presente de la inversión es U\$S 76.420.

Paso 3: Calcular el flujo de caja anual ($ANCF_n$).

$$ANCF_n = CI_n - CE_n - T_n + TSIC_l + S_k$$

Donde: CI_n = Ingreso de caja

CE_n = Salida de caja

$TSIC_l$ = % de subsidio al crédito

S_k = Valor residual

T_n = Impuestos, calculados como: $[CI_n - (CE_n + D_n)] TR_n$

D_n = Depreciación impositiva, que es mayor que la depreciación económica.

TR_n = % de impuestos

Tabla 1: Cálculo del flujo de caja anual para un periodo de ocho años ($ANCF_8$).

Año	Ingreso de caja	Salida de caja	% Depreciación	Depreciación	Impuestos	Subsidio inversión	Valor residual	Flujo de caja anual
1	22500	8127	0.15	10890	975	7642		21040
2	23625	8533	0.22	15972	-246			15338
3	24806	8960	0.21	15246	168			15678
4	26047	9408	0.21	15246	390			16249
5	27349	9878	0.21	15246	623			16848
6	28716	10372	0	0	5136			13208
7	30152	10891	0	0	5393			13868
8	31660	11436	0	0	5663		19586	34147

Precio cosechadora	\$ 76,420.00
Subsidio inversión	\$ 7,642.00
% Valor residual	24.10%
Hectáreas / año	401.49
Precio / ha	\$ 56.04
% aumento anual	5.00%
Costos / año	\$ 20.24
% Impuestos	28.00%
Costo capital promedio	13.50%
% Capital propio	70.00%
Costo capital prestado	12.00%
% Capital prestado	30.00%
tasa de descuento	12.04%

Notas:

- 1) El ingreso de caja se calcula multiplicando las hectáreas trabajadas por año por lo que se cobra por hectárea, es decir, 401,49 has multiplicado por \$56,04, aumentando un 5% cada año.
- 2) La salida de caja se calcula multiplicando las hectáreas trabajadas por año por los costos por hectárea, es decir, 401,49 has multiplicado por \$20,24, aumentando un 5% cada año.
- 3) El porcentaje de depreciación se calcula por el "sistema acelerado de recuperación de costos" (ACRS) para un periodo de 5 años, que en el primer año consiste en el 15% del precio de compra (\$76420) menos el 50% del subsidio a la inversión, de \$7642). En el 2^{do} año la depreciación es del 22%, y para el 3^o, 4^o y 5^o, la depreciación es del 21%.
- 4) Los impuestos se calculan como: $[CI_n - (CE_n + D_n)] TR_n$. Se asume que el contratista paga el 28% de impuestos. Para el primer año, el impuesto es $[22500 - (8127 + 10890)] * 0.28 = \975 . Para el 2^{do} año, los impuestos exceden las ganancias, resultando en una pérdida. Esta pérdida puede ser usada para compensar otras ganancias, por lo que resulta en un impuesto negativo de \$246.
- 5) El subsidio a la inversión es del 10% del precio, es decir \$7642.
- 6) El valor residual después de impuestos se basa en el valor remanente del 24,1% del precio de compra, ajustado por incrementos del 5% anual por 8 años, menos los impuestos del 28% que corresponda pagar al momento de la venta. El valor residual es: $[(\$76420 * 0.241) * (1.05)^8] * 0.72 = \19586

Paso 4: Calcular el **valor actual (VN)** del flujo de caja anual. Es la suma de los flujos de caja anuales multiplicados por el factor de descuento, es decir, por la tasa de descuento o costo promedio ponderado del capital (calculada en el Paso 1), para cada año. El factor de descuento es $1/(1+d)^n$. (ver Tabla 2)

Paso 5: Calcular el **valor actual neto (VAN)** del flujo de caja anual. Se realiza restando la inversión inicial del VA (ver Tabla 2).

Tabla 2: Cálculo del VN y del VAN del flujo de caja anual

Año	Flujo de caja anual	Factor de descuento	VA del flujo de caja anual
1	21040	0.89	18778
2	15338	0.80	12218
3	15678	0.71	11147
4	16249	0.63	10311
5	16848	0.57	9542
6	13208	0.51	6676
7	13868	0.45	6257
8	34153	0.40	13753
VA			\$ 88682
VAN			\$ 12262

Paso 6: Aceptar o rechazar. Basados en el VAN positivo del paso 5, el contratista va a optar por aceptar el proyecto y comprar la cosechadora (asumiendo que otras inversiones alternativas tienen un VAN inferior), porque esta cosechadora va a ser \$ 12.262 más rentable que el costo de los fondos que se toman prestados para financiar la compra durante los ocho años de vida del proyecto. De hecho, el contratista podría pagar \$ 12.262 por la máquina si fuera necesario, y el proyecto seguiría generando suficientes ganancias como para cubrir el costo promedio ponderado del capital. Si el contratista tuviera que pagar más de \$ 88.682 por la cosechadora, no generaría la ganancia suficiente como para pagar el costo de los fondos usados para financiar la compra, y por lo tanto, el proyecto de inversión sería rechazado.

II. Análisis de factibilidad financiera.

Para ilustrar el análisis de factibilidad financiera, se va a aplicar al ejemplo de la compra de una cosechadora. El análisis de rentabilidad económica indica que se debe comprar la cosechadora. Ahora, la pregunta es: ¿Va a generar el suficiente efectivo como para pagar las cuotas del crédito? Para este ejemplo, vamos a asumir que un banco (!) va a dar un préstamo de cuatro años de duración sobre el total del precio de venta, a una tasa de interés del 13% sobre el balance.

Tabla 3: Análisis de factibilidad financiera de la compra de una cosechadora con un crédito.

Año	Flujo de caja anual	Pago del capital	Pago de intereses	Pago Total	Deducción por intereses	Pago neto del crédito	Flujo de caja anual
1	21040	19105	9935	29040	2782	26258	-5218
2	15338	19105	7451	26556	2086	24470	-9132
3	15678	19105	4967	24072	1391	22681	-7003
4	16249	19105	2484	21589	695	20893	-4645
5	16848						16848
6	13208						13208
7	13868						13868
8	34153						34153

La deducción por intereses se calcula multiplicando el pago de intereses por el porcentaje de impuestos que debe pagar el contratista (28% en este ejemplo), resultando en un pago neto del crédito como se indica en la 7^{ma} columna de la Tabla 3.

Como indica la última columna de la Tabla 3, ocurre un déficit en el flujo anual en los primeros cuatro años, y después un superávit en los otros restantes cuatro años. Por lo tanto, el contratista sabe que si bien la cosechadora es económicamente rentable, en los primeros cuatro años no va a generar el efectivo suficiente como para pagar el crédito.

Estos déficit se pueden llegar a eliminar: (1) extendiendo el período de pago del crédito, ó (2) aumentando la superficie cosechada por año. Alternativamente (3), el contratista puede planificar subsidiar la compra de la cosechadora con efectivo proveniente de otras fuentes. Este subsidio debería ser de \$5218 el primer año; \$9132 en el segundo; \$7003 en el tercero; y \$4645 en el cuarto. A partir del quinto año, la cosechadora va a generar exceso de efectivo que puede ser destinado a subsidiar la compra de otros bienes de capital.

III. Tarea.

Evaluar un proyecto de compra de una cosechadora de capacidad a elegir. Para referencia, ver el trabajo de Bragachini et al. (2001) y el de Ljubich (1997).

Los precios de las máquinas nuevas se pueden conseguir de los concesionarios o bien de revistas actualizadas. Como referencia, un equipo de cosecha para un contratista consiste en una inversión de aproximadamente U\$S 200.000, compuesta por una cosechadora del grupo II, JD 1185 (U\$S 140000); un cabezal maicero Mainero de 13 hileras (U\$S 20000); una tolva autodescargable Cestari de 14 toneladas (U\$S 5000); un tractor Deutz de 120 CV (U\$S 12000); una pick-up (U\$S 15000); una casilla, tanque de combustible y elementos varios (U\$S 8000).

La capacidad efectiva de cosecha de esta cosechadora del grupo II se define como la cantidad máxima de hectáreas que es capaz de cosechar económicamente (razonablemente), en condiciones normales, y se

puede establecer en 4000 has/año, compuestas por 1200 ha de soja (30%); 800 ha de maíz (20%) y 2000 ha de trigo (50%).

El **precio que cobran por el servicio de cosecha** en la actualidad es variable. Para calcular el ingreso bruto, una opción es usar los datos Ljubich (1997); otra opción es estimarlo con datos actuales (2002): En **soja** se cobran 0,25 toneladas/ha, a un precio de U\$S 154/ton, es decir: **U\$S 39/ha**. En **maíz** se cobra el 9% del rendimiento, a un rendimiento promedio de 9 ton/ha y a un precio de U\$S 83/ton, es decir: **U\$S 67/ha**. En **trigo** se cobra el 8% del rendimiento, a un rendimiento promedio de 3 ton/ha y a un precio de U\$S 139/ton, es decir: **U\$S 33/ha**.

Es decir que el **ingreso bruto** ponderado es de aproximadamente $(39 * 0.3) + (67 * 0.2) + (33 * 0.5) =$ U\$S 41,60/ha.

Para este ejemplo, podemos tomar los **costos** calculados por Ljubich (1997), que son de U\$S 25,81 para soja, U\$S 35,85 para maíz, y U\$S 21,51 para trigo.

Es decir que el **costo** ponderado es de $(25.81 * 0.3) + (35.85 * 0.2) + (21.51 * 0.5) =$ U\$S 25,67 /ha.

Para este ejemplo asumamos que se paga 21% en concepto de impuestos y que financian su inversión con un 70% de capital propio. La información faltante se puede justificar usando supuestos.

Bibliografía:

- Black, F. and M. Scholes. 1973. The pricing of corporate liabilities. *Journal of Political Economy*. Vol. 81, 1973.
- Boehlje, M., and V. Eidman. 1984. *Farm Management*. John Wiley & Sons.
- Bragachini, M., Méndez, A, y A. von Martini. 2001. Eslabonamiento productivo del sector maquinaria agrícola argentina. Consejo Federal de Inversiones. Mayo de 2001. Disponible en: <http://www.agriculturadeprecision.org/> Pp. 49-50.
- Dixit, A. and R. Pindyck. 1995. *Investment under uncertainty*. Princeton University Press.
- Ljubich, M. 1997. Cosechadoras, costos del servicio de cosecha para la campaña 1997-98. *Revista AgroMercado*, Cuadernillo No. XVI. 31 de Octubre de 1997, pp. 27-31.
- Nassir Sapag Chain. 2001. *Evaluación de proyectos de inversión en la empresa*. Editorial Prentice Hall, Argentina, 416 p. ISBN: 987-9460-19-7

- 1. Análisis financiero.** El análisis financiero es una evaluación del desempeño histórico de una firma y un pronóstico de sus posibilidades futuras. Por lo general incluye un análisis del balance general y del flujo de efectivo. El análisis del balance general requiere el cálculo de varias relaciones. Es usado por inversores y por los gerentes para determinar la situación financiera de una firma con respecto a otras. El análisis del flujo de fondos se realiza para determinar el impacto que tiene el origen y el uso de fondos sobre las operaciones de una firma y sobre su condición financiera. Se usa para la toma de decisiones relacionadas a las inversiones, operaciones y financiamiento.

Análisis del balance general: Activo = Pasivo + Patrimonio (Capital + Utilidades Retenidas)

a. Relaciones de liquidez

- 1) Relación corriente = (Activo corriente) / (Pasivo corriente)
- 2) Capital de trabajo neto (*no muy usada en el campo*) =
(Activo corriente) – (Pasivo corriente)
- 3) Relación rápida (*no es muy usada en el campo*) =
(efectivo + acciones o bonos vendibles + cuentas a cobrar) / (pasivo corriente)
- 4) Otras

b. Relaciones de solvencia

- 1) Deuda = (Deuda total) / (Activos totales)
- 2) Deuda / Patrimonio = (Deuda total) / (Patrimonio *sin descontar pasivos*)
- 3) Patrimonio / Activos = (Patrimonio *sin descontar pasivos*) / (Activos)
- 4) Otras

Análisis del flujo de fondos:

c. Relaciones de rentabilidad

- 1) **ROA:** retorno sobre los activos
(Margen neto del campo)+(intereses)-(trabajo gerencial no pago) / (activos totales)
- 2) **ROE:** retorno sobre el patrimonio
(Margen neto del campo)-(trabajo gerencial no pago) / (patrimonio *a valor del mercado*)
- 3) **OPM:** margen neto de la operación
(Margen neto del campo)+(intereses)-(trabajo gerencial no pago) / (margen bruto)
- 4) **CTO:** vueltas del capital
(Margen bruto) / (Activos)
- 5) **ATO:** vueltas del activo
- 6) Otras

d. Análisis Dupont

- 1) Ingreso neto del campo (NFI) = Margen Bruto – Costos fijos – Costos variables
- 2) Margen neto de la operación (OPM) = (NFI + Intereses) / (Margen bruto)
- 3) Vueltas del activo (ATO) = Margen bruto / Activos
- 4) Retorno sobre los activos (ROA) = OPM * ATO
- 5) Intereses proporcionales (AIE) = Intereses / Activo
- 6) Retorno sobre los activos – Intereses = ROA – intereses proporcionales
- 7) Estructura financiera (FS) = Activo / Patrimonio
- 8) Retorno sobre el patrimonio (ROE) = (ROA – AIE) * FS
- 9) ROE > ROA > tasa de interés? Si es mayor, se puede tomar prestado para financiar un proyecto.
- 10) Análisis de sensibilidad con cambios en la eficiencia, en la tasa de interés, etc.