

Supuesto 13

La empresa LÍNEA S.A., dedicada a la fabricación y venta de muebles desea introducirse en el mercado chino.

Con tal fin, está analizando dos posibilidades de actuación:

- A. Comenzar con una inversión fuerte y construir una planta de gran capacidad productiva, que permita en un futuro abarcar otros mercados asiáticos, lo que le supondría un desembolso de 1.200.000 euros.
- B. O, por el contrario, limitar el proyecto a la instalación de un gran almacén, manteniendo la fabricación en el país de origen, lo cual implicaría un coste inicial de 600.000 euros.

Los resultados en uno y otro caso dependerán del nivel de demanda, alta o baja, que tenga la empresa en el mercado chino en los próximos años. La construcción de la fábrica supondría una elevada inversión, pero permitiría atender una demanda alta, ofreciendo una mayor calidad de servicio, menores costes de transporte y un precio de venta del producto más competitivo. Por otra parte, la decisión de establecer únicamente un almacén implicaría inmovilizar un menor volumen de recursos financieros y podría satisfacer en condiciones adecuadas una demanda baja, sin embargo, por razones logísticas sería difícil atender una demanda alta.

Se estima que la probabilidad de que se alcance una demanda alta en el primer año es del 60%, en cuyo caso, existe una probabilidad del 70% de que siga siendo alta en los años siguientes. No obstante, si la demanda fuera baja el primer año, la probabilidad estimada de que continúe siendo baja en los años siguientes es del 50%.

Además, se dispone de la siguiente información respecto de las dos opciones anteriores:

1. Construir la fábrica:

- Si la demanda en el primer año es alta, se espera un flujo neto de caja para dicho año de 250.000 euros, en tanto que el VAN esperado para los años siguientes, calculado al final del segundo año, será de 2.000.000 euros si la demanda se mantiene alta y de 350.000 si pasa a ser baja.

- Si la demanda en el primer año es baja, el flujo esperado para dicho año será de 100.000 euros, en tanto que el VAN esperado para los años siguientes, calculado al final del segundo año, será de 1.800.000 euros si la demanda pasa a ser alta y de 280.000 si continua siendo baja.

2. Instalar el almacén:

- Si la demanda en el primer año es alta, se espera un flujo neto de caja para dicho año de 190.000 euros, en tanto que el VAN esperado para los años siguientes, calculado al final del segundo año, será de 800.000 euros si la demanda se mantiene alta y de 300.000 si pasa a ser baja.
- Si la demanda en el primer año es baja, el flujo esperado para dicho año será de 150.000 euros, en tanto que el VAN esperado para los años siguientes, calculado al final del segundo año, será de 450.000 euros si la demanda pasa a ser alta y de 300.000 si continua siendo baja.

Se supone un coste de oportunidad del capital del 10%.

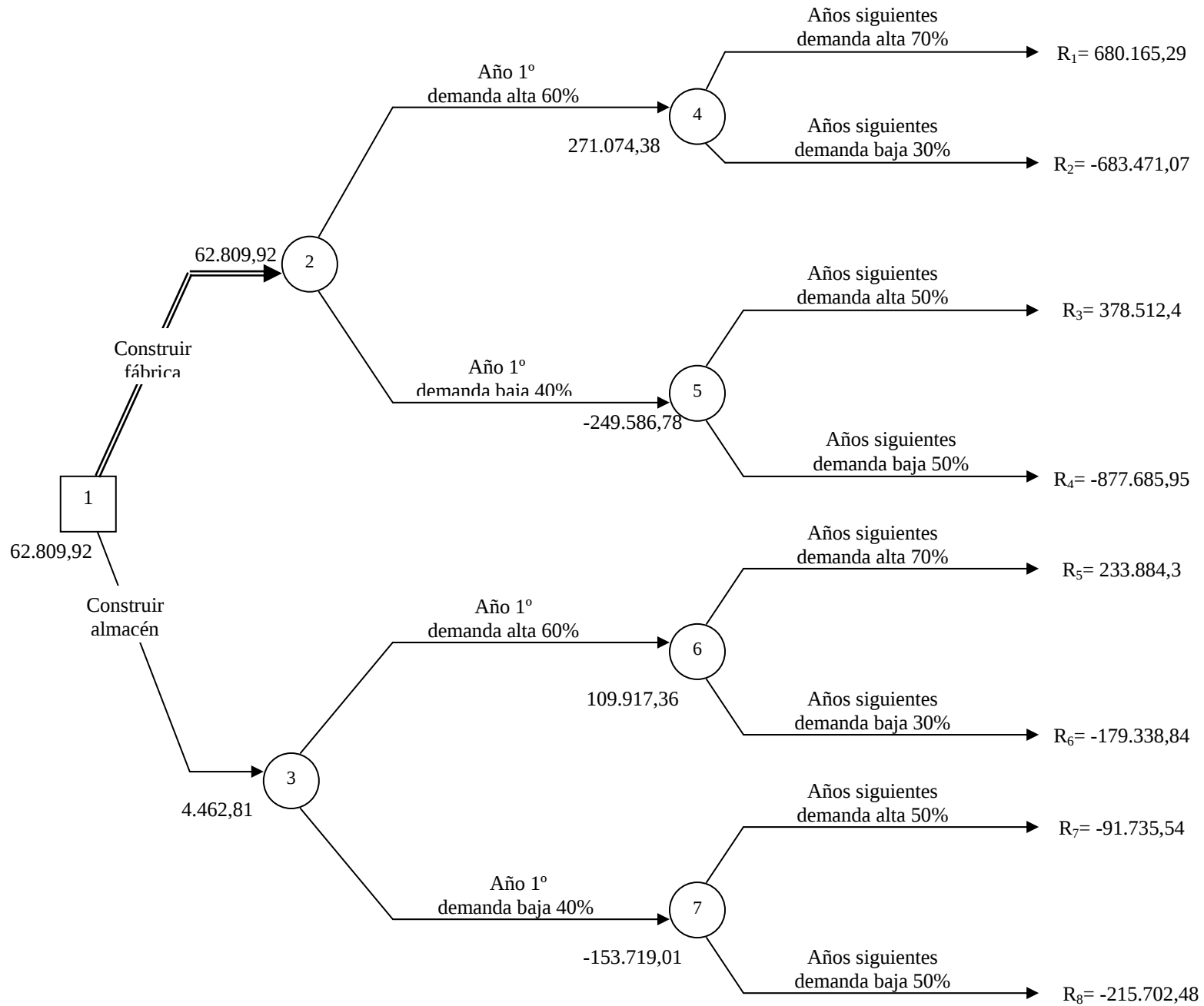
El árbol de decisión que facilita la resolución de este problema de inversión es el que se refleja en la figura

Imagine ahora que la **alternativa de instalar un almacén** presenta la **flexibilidad** de que, en el caso de haberse dado una demanda alta en el primer año, la empresa podría decidir al comienzo del segundo año si procede o no a la **ampliación de las instalaciones existentes** con la construcción de una planta productiva. La ampliación supondría un pago de 700.000 euros. Además, se sabe que, si se amplía el almacén, el VAN esperado para los años siguientes, calculado al final del segundo año, será de 2.300.000 euros si la demanda se mantiene alta y de 300.000 si pasa a ser baja. De acuerdo con esta nueva información, averigüe si sigue siendo óptima la decisión propuesta inicialmente y cuál es el valor de la opción de ampliación.

Por otra parte, suponga a continuación que en el caso de que **luego de elegir la construcción de la fábrica** en China o de haber optado por la **instalación de un almacén**, en contra de lo esperado, en el segundo año y siguientes la demanda fuese baja (tras un primer año de demanda alta), la empresa puede desinvertir y **abandonar sus planes de expansión** en China. Si este fuese el caso, se estima un cobro, al final del primer año, de **1.100.000 euros si se vende de la fábrica**. Mientras que **si es el almacén**

lo que se vende al final del primer año se podrían obtener 400.000 euros. Se pregunta ahora: ¿Cuál es la mejor secuencia de decisiones? Averigüe también el valor de las **opciones de abandono** de la **fábrica** y del **almacén**.

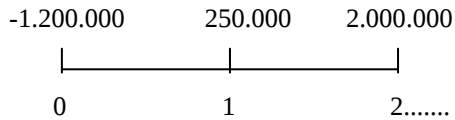
- a) ¿Cuál de las dos inversiones es más conveniente para la empresa cuando no existe opción de ampliación?
- b) ¿Cuál de la dos inversiones es más conveniente para la empresa cuando existe la posibilidad de ampliación?



Árbol de decisión

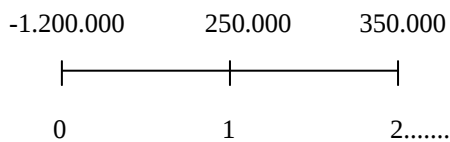
Valoración del árbol:

R₁: Construir fábrica y producirse una demanda alta en el primer año y en los años siguientes.



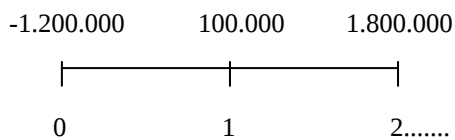
$$VAN = -1.200.000 + 250.000/(1 + 0,1) + 2.000.000/(1 + 0,1)^2 = 680.165,29 \text{ €}$$

R₂: Construir fábrica y producirse una demanda alta en el primer año y baja en los años siguientes.



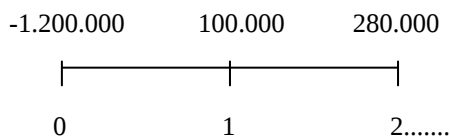
$$VAN = -1.200.000 + 250.000/(1 + 0,1) + 350.000/(1 + 0,1)^2 = -683.471,07 \text{ €}$$

R₃: Construir fábrica y producirse una demanda baja en el primer año y alta en los años siguientes.



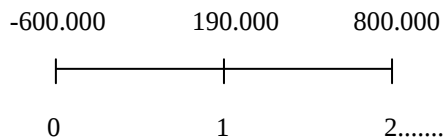
$$VAN = -1.200.000 + 100.000/(1 + 0,1) + 1.800.000/(1 + 0,1)^2 = 378.512,40 \text{ €}$$

R₄: Construir fábrica y producirse una demanda baja en el primer año y en los años siguientes.



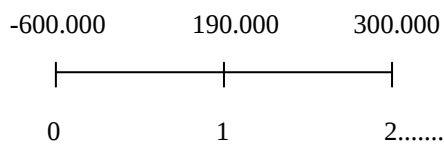
$$VAN = -1.200.000 + 100.000/(1 + 0,1) + 280.000/(1 + 0,1)^2 = -877.685,95 \text{ €}$$

R₅: Construir almacén y producirse una demanda alta en el primer año y en los años siguientes.



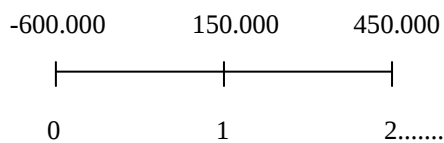
$$VAN = -600.000 + 190.000/(1 + 0,1) + 800.000/(1 + 0,1)^2 = 233.884,3 \text{ €}$$

R₆: Construir almacén y producirse una demanda alta en el primer año y baja en los años siguientes.



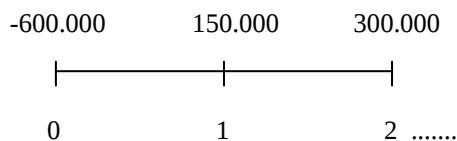
$$VAN = -600.000 + 190.000/(1 + 0,1) + 300.000/(1 + 0,1)^2 = -179.338,84 \text{ €}$$

R₇: Construir almacén y producirse una demanda baja en el primer año y alta en los años siguientes.



$$VAN = -600.000 + 150.000/(1 + 0,1) + 450.000/(1 + 0,1)^2 = -91.735,54 \text{ €}$$

R₈: Construir almacén y producirse una demanda baja en el primer año y en los años siguientes.



$$VAN = -600.000 + 150.000/(1 + 0,1) + 300.000/(1 + 0,1)^2 = -215.702,48 \text{ €}$$

Nudo aleatorio 4:

$$0,7 \cdot 680.165,29 + 0,3 \cdot (-683.471,07) = 271.074,38 \text{ €}$$

Nudo aleatorio 5:

$$0,5 \cdot 378.512,40 + 0,5 \cdot (-877.685,95) = -249.586,78 \text{ €}$$

Nudo aleatorio 6:

$$0,7 \cdot 233.884,3 + 0,3 \cdot (-179.338,84) = 109.917,36 \text{ €}$$

Nudo aleatorio 7: $0,5 \cdot (-91.735,54) + 0,5 \cdot (-215.702,48) = -153.719,01 \text{ €}$

Nudo aleatorio 2:

$$0,6 \cdot 271.074,38 + 0,4 \cdot (-249.586,78) = 62.809,92 \text{ €}$$

Nudo aleatorio 3:

$$0,6 \cdot 109.917,36 + 0,4 \cdot (-153.719,01) = 4.462,81 \text{ €}$$

Nudo decisional 1: Entre las dos estrategias posibles, la que ofrecería un mayor VAN esperado, de 62.809,92 euros, es la que consiste en construir la fábrica, de modo que es ésta la decisión que debería adoptarse.

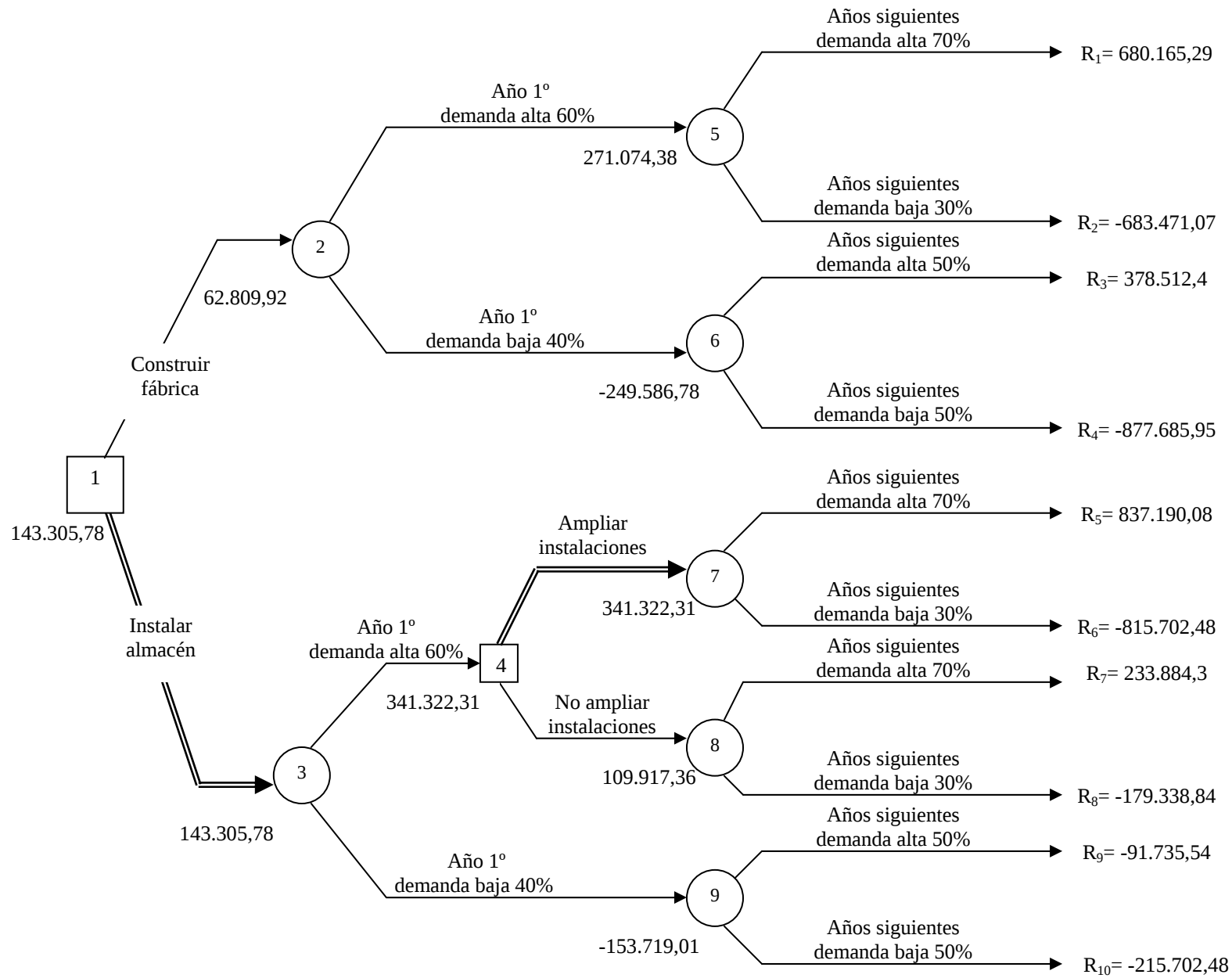
Como puede observarse, este problema no plantea la adopción de una secuencia de decisiones de inversión, sino tan sólo supone tomar una decisión única. En consecuencia, podría haberse resuelto fácilmente sin necesidad de utilizar la técnica del árbol de decisión, esto es, directamente calculando el VAN esperado de cada una de las dos estrategias posibles.

No obstante, el ejemplo continúa:

Con base en la experiencia obtenida en el primer año de actividad en el mercado chino, en caso de haber construido el almacén y haberse dado una demanda alta, la empresa podría decidir si procede o no la ampliación de las instalaciones existentes con la construcción de una planta productiva. La ampliación supondría un pago de 700.000 euros. Además, se sabe que si se amplía el almacén, el VAN esperado para los años siguientes, calculado al final del segundo año, será de 2.300.000 euros si la demanda se mantiene alta y de 300.000 si pasa a ser baja.

Con esta nueva información, el problema implica no sólo resolver qué decisión se debe adoptar en el momento actual, sino también qué opción posible se ha de elegir el próximo año, teniendo en cuenta que ambas decisiones se condicionan entre sí. En este caso, resulta especialmente útil el empleo de un árbol de decisión, tal como se muestra en la figura

b) ¿Cuál de la dos inversiones es más conveniente para la empresa cuando existe la posibilidad de ampliación?

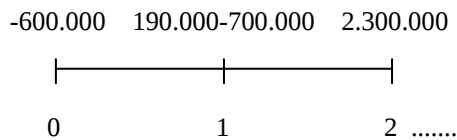


Árbol de decisión con opción de ampliar

Valoración del árbol:

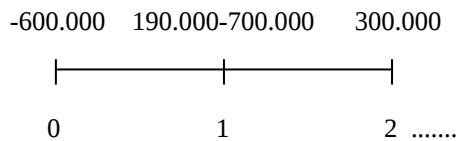
Los resultados R_1 , R_2 , R_3 y R_4 son iguales a los valores obtenidos para tales resultados en el caso anterior.

R₅: Construir almacén, producirse una demanda alta en el primer año, decidir ampliar las instalaciones y darse una demanda alta en los años siguientes.



$$VAN = -600.000 - 510.000/(1 + 0,1) + 2.300.000/(1 + 0,1)^2 = 837.190,08 \text{ €}$$

R₆: Construir almacén, producirse una demanda alta en el primer año, decidir ampliar las instalaciones y darse una demanda baja en los años siguientes.



$$VAN = -600.000 - 510.000/(1 + 0,1) + 300.000/(1 + 0,1)^2 = -815.702,48 \text{ €}$$

Los resultados R_7 , R_8 , R_9 y R_{10} son iguales a los valores obtenidos en los resultados R_5 , R_6 , R_7 y R_8 del caso anterior, respectivamente.

Nudo aleatorio 5:

$$0,7 \cdot 680.165,29 + 0,3 \cdot (-683.471,07) = 271.074,38 \text{ €}$$

Nudo aleatorio 6:

$$0,5 \cdot 378.512,40 + 0,5 \cdot (-877.685,95) = -249.586,78 \text{ €}$$

Nudo aleatorio 7:

$$0,7*837.190,08 + 0,3*(-815.702,48) = 341.322,31 \text{ €}$$

Nudo aleatorio 8:

$$0,7*(233.884,3) + 0,3*(-179.338,84) = 109.917,36 \text{ €}$$

Nudo aleatorio 9:

$$0,5*(-91.735,54) + 0,5 * (-215.702,48) = -153.719,01 \text{ €}$$

Nudo decisional 4: Si en el momento actual se decide instalar sólo un almacén y en el primer año la demanda es alta, la mejor decisión es ampliar las instalaciones con la creación de una planta productiva, ya que ello permitiría obtener una ganancia esperada mayor, de 341.322,31 euros, que si se continuase operando sólo con el almacén.

Nudo aleatorio 2:

$$0,6*271.074,38 + 0,4*(-249.586,78) = 62.809,92 \text{ €}$$

Nudo aleatorio 3:

$$0,6*341.322,31 + 0,4*(-153.719,01) = 143.305,78 \text{ €}$$

Nudo decisional 1: Entre las dos decisiones que puede adoptar la empresa en el momento actual, construir una fábrica o instalar un almacén, la que ofrecería un mayor VAN esperado, de 143.305,78 euros, es la decisión menos ambiciosa de limitar la implantación de la empresa en China a la instalación de un almacén.

Por lo tanto, la secuencia de decisiones de inversión resultante es la siguiente: en el momento actual, la empresa debería elegir la opción de instalar sólo un almacén y, en el caso de que en el primer año la demanda fuese alta, debería optar por ampliar las instalaciones, creando una planta productiva. Con esta secuencia de decisiones de inversión se espera conseguir un valor actual neto de 143.305,78 euros.

Conviene destacar que contemplar la posibilidad de ampliar el negocio, en caso de haber optado inicialmente por instalar sólo un almacén, ha modificado la decisión más conveniente a adoptar por parte de la empresa en el momento actual. Así, si no se contempla tal opción, la decisión mejor que resultaba era construir la fábrica; sin embargo, en caso de sí tenerla en consideración, la elección mejor es instalar el almacén y, en caso de darse una demanda alta en el primer año, ampliar las instalaciones creando una planta productiva.

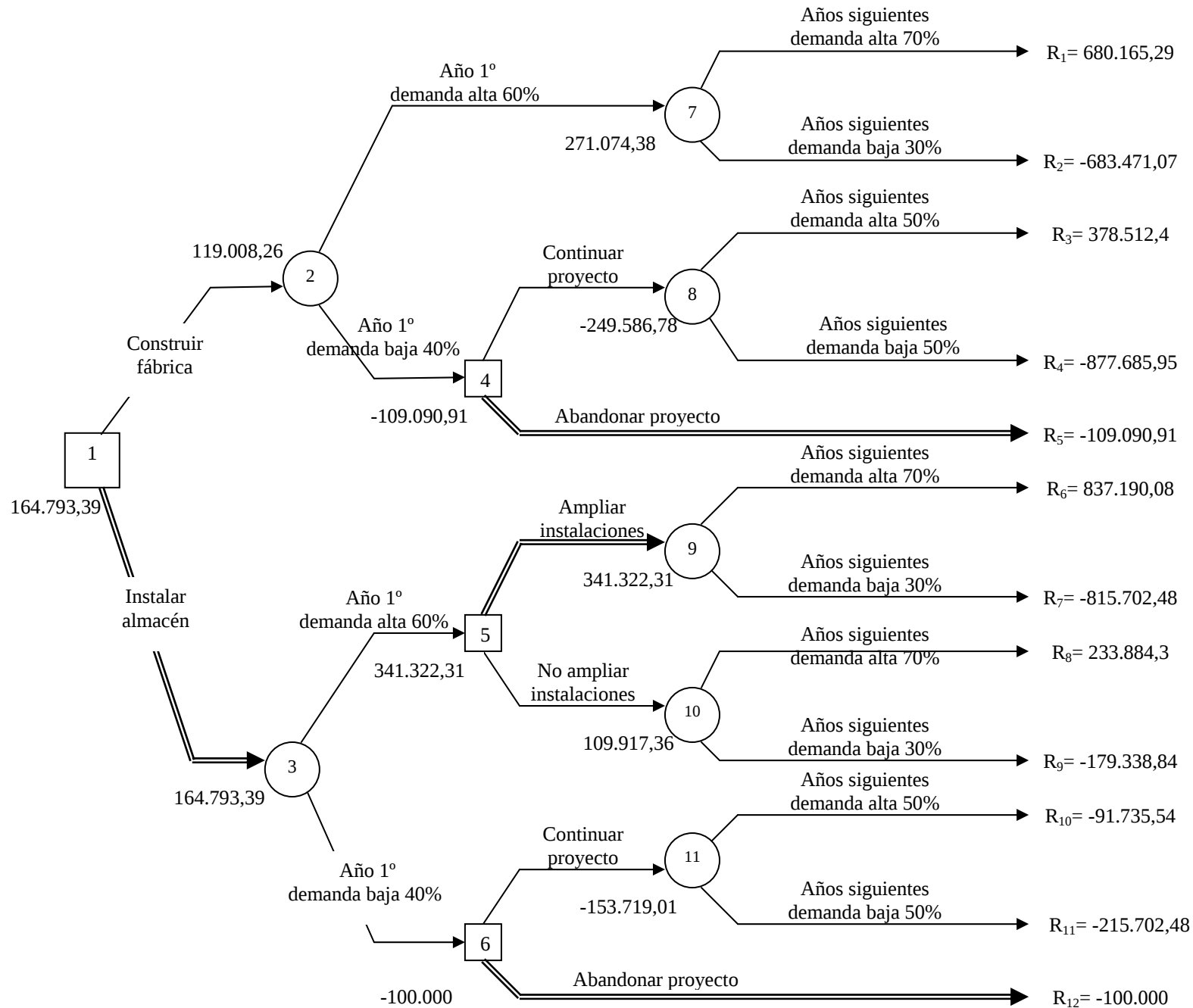
Cabe pues que nos planteemos qué valor aporta la opción de ampliación. Como es lógico, dicho valor viene dado por la diferencia entre el VAN esperado con la instalación del almacén teniendo en cuenta la opción de ampliar posteriormente el negocio y el VAN esperado con esa misma estrategia sin considerar la opción de ampliar:

$$\text{Valor de la opción de ampliación} = 143.305,78 - 4.462,81 = 138.842,97 \text{ €}$$

Por lo tanto, la opción de ampliación del negocio aporta un valor positivo de 138.842,97 euros.

En otro orden de ideas, en el caso de que luego de elegir la construcción de la fábrica en China o haber optado por la instalación de un almacén en contra de lo esperado, en el segundo año y siguientes la demanda fuese baja (tras un primer año de demanda alta), la empresa debería contemplar la conveniencia o no de abandonar los planes de expansión en China. En este sentido, se estima un cobro por la venta de la fábrica de 1.100.000 euros y un cobro por la venta del almacén de 400.000 euros, al final del primer año.

Al considerar la opción de abandono, el árbol de decisión que representa y ayuda a resolver este problema de decisiones secuenciales de inversión es el que se muestra en la figura siguiente



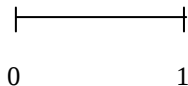
Árbol de decisión con opción de ampliar y opción de abandono

Valoración del árbol:

Los resultados R_1 , R_2 , R_3 y R_4 son iguales a los valores obtenidos para tales resultados en el caso anterior.

R_5 : Construir fábrica, producirse una demanda baja en el primer año y decidir abandonar el proyecto.

$$-1.300.000 \quad 100.000+1.100.000$$

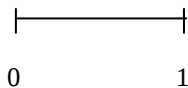


$$VAN = -1.300.000 + 1.200.000/(1 + 0,1) = -109.090,91 \text{ €}$$

Los resultados R_6 , R_7 , R_8 , R_9 , R_{10} y R_{11} , son iguales a los valores obtenidos en los resultados R_5 , R_6 , R_7 , R_8 , R_9 y R_{10} del caso anterior, respectivamente

R_{12} : Construir almacén, producirse una demanda baja en el primer año y decidir abandonar el proyecto.

$$-600.000 \quad 150.000+400.000$$



$$VAN = -600.000 + 550.000/(1 + 0,1) = -100.000 \text{ €}$$

Nudo aleatorio 7:

$$0,7 \cdot 680.165,29 + 0,3 \cdot (-683.471,07) = 271.074,38 \text{ €}$$

Nudo aleatorio 8:

$$0,5 \cdot 378.512,40 + 0,5 \cdot (-877.685,95) = -249.586,78 \text{ €}$$

Nudo aleatorio 9:

$$0,7 \cdot 837.190,08 + 0,3 \cdot (-815.702,48) = 341.322,31 \text{ €}$$

Nudo aleatorio 10:

$$0,7 \cdot 233.884,3 + 0,3 \cdot (-179.338,84) = 109.917,36 \text{ €}$$

Nudo aleatorio 11:

$$0,5 \cdot (-91.735,54) + 0,5 \cdot (-215.702,48) = -153.719,01 \text{ €}$$

Nudo decisional 4: Si en el momento actual se decide construir una fábrica y en el primer año la demanda es baja, conviene tomar la decisión de abandonar el proyecto, ya que supondría una pérdida esperada menor, de 109.090,91 euros, que si se continuara con él.

Nudo decisional 5: Si en el momento actual se decide instalar sólo un almacén y en el primer año la demanda es alta, la mejor decisión es ampliar las instalaciones con la creación de una planta productiva, ya que ello permitiría obtener una ganancia esperada mayor, de 341.322,31 euros, que si se continuase operando sólo con el almacén.

Nudo decisional 6: Si en el momento actual se decide instalar sólo un almacén y en el primer año la demanda es baja, conviene decidir abandonar el proyecto, ya que supondría una pérdida esperada menor, de 100.000 euros, que si se continuara con él.

Nudo aleatorio 2:

$$0,6*271.074,38 + 0,4*(-109.090,91) = 119.008,26 \text{ €}$$

Nudo aleatorio 3:

$$0,6*341.322,31 + 0,4*(-100.000) = 164.793,39 \text{ €}$$

Nudo decisional 1: Entre las dos decisiones que puede adoptar la empresa en el momento actual, construir una fábrica o instalar un almacén, la que ofrecería un mayor VAN esperado, de 164.793,39 euros, es la decisión menos ambiciosa de limitar la implantación de la empresa en China a la instalación de un almacén.

Por lo tanto, la secuencia de decisiones de inversión resultante es la siguiente: en el momento actual, la empresa debería elegir la opción de instalar sólo un almacén. En el caso de que en el primer año la demanda fuese alta, debería optar por ampliar las instalaciones, creando una planta productiva. Sin embargo, si la demanda en el primer año fuese baja, debería abandonar el proyecto de inversión. Con esta secuencia de decisiones de inversión se espera conseguir un valor actual neto por término medio de 164.793,39 euros.

Como se observa, en este ejemplo, contemplar la opción de abandono del proyecto no ha variado la secuencia de decisiones elegida en el caso anterior. Sin embargo, dicha posibilidad de abandono ha incrementado el VAN esperado con dicha secuencia de inversiones.

Así, el valor de la opción de abandono del proyecto consistente en instalar sólo un almacén es:

$$\text{Valor de la opción de abandono del almacén} = 164.793,39 - 143.305,78 = 21.487,61 \text{ €}$$

Por lo tanto, la opción de abandono aporta al VAN esperado de la secuencia de decisiones de inversión elegida 21.487, 61 € .

Asimismo, podríamos calcular el valor de la opción de abandono del proyecto en el caso en el que éste hubiese consistido en la construcción inicial de una fábrica:

$$\text{Valor de la opción de abandono de la fábrica} = 119.008,26 - 62.809,92 = 56.198,34 \text{ €}$$

Con este ejemplo se muestra cómo a una decisión inicial se le pueden añadir las opciones de ampliación, cuando el azar es favorable a dicha decisión, y de abandono, cuando el futuro depara situaciones desfavorables para la estrategia elegida. Como es lógico pensar, se trata de un ejemplo extremadamente simplificado de la realidad, la cual puede plantear problemas de decisiones secuenciales de inversión muy complejos, que requieran árboles de decisión con un elevado número de ramificaciones. En este sentido, es conveniente reducir el problema a considerar las principales estrategias y soluciones posibles, evitando incurrir excesivamente en detalles cuya aportación no compensaría la pérdida de claridad y operatividad del árbol de decisión.

Respecto a la valoración que del árbol, tiene los inconvenientes propios del criterio del valor monetario esperado. Asimismo, podría ser útil complementar el análisis con una medida, como la varianza, que englobe el riesgo inherente a cada secuencia de estrategias y estados de la naturaleza.

Al margen de las limitaciones de esta técnica, conviene destacar que su utilidad principal es que exige del decisor que tome conciencia, analice y refleje explícitamente las posibles estrategias que puede llevar a cabo y los posibles escenarios futuros que se le pueden plantear, estableciendo las

conexiones entre todos estos elementos en un contexto dinámico. Así, el árbol de decisión resultante ofrece al inversor una visión global del problema de inversión.