

TOMA DE DECISIONES BAJO INCERTIDUMBRE

TOMA DE DECISIONES BAJO INCERTIDUMBRE

La siguiente lectura es tomada, con fines didácticos, de Politécnico Grancolombiano. (2014). Introducción al análisis de decisión. En Curso Modelo de Toma de Decisiones. Págs. 1-4 [Consulta 22 julio, 2014].

Politécnico Grancolombiano explica,

Diariamente, en cada uno de los roles que desempeñamos a nivel personal y laboral, debemos tomar decisiones. Desde seleccionar qué tipo de transporte utilizar para desplazarnos, pasando por qué almacén utilizar para adquirir un producto determinado,

estamos tomando decisiones con base en la información con la que contamos en ese momento.

UNA VEZ TOMADA UNA DECISIÓN ES DIFÍCIL O MUY COSTOSO DAR MARCHA ATRÁS A DICHA DISPOSICIÓN.

Aunque la mayoría de estas decisiones son menores, algunas pueden tener un impacto

considerable, dependiendo del buen criterio que se utilice para tomarlas. Estas decisiones de alto impacto suelen tener las siguientes características:

- El efecto de la selección que se haga entre las alternativas disponibles tiene un efecto a mediano o largo plazo, por lo que se requiere de algún mecanismo para poder determinar a futuro el impacto de cualquier decisión que tomemos. Por ejemplo, el efecto de ampliar las instalaciones en una fábrica se verá reflejado en las utilidades de la empresa, solamente cuando estas instalaciones estén funcionando, y se requerirá de cierto tiempo para amortizar el costo de la inversión.
- Una vez tomada una decisión es difícil o muy costoso dar marcha atrás a dicha disposición. En el caso de las instalaciones, si las obras ya se han realizado y se ve que no fue una buena decisión, será muy complejo tratar de recuperar el dinero invertido.
- Lo más importante es que los efectos de cada alternativa suelen tener un componente no controlable, lo cual le agrega un nivel de incertidumbre al proceso de decisión.

Por lo anterior, debería utilizarse una metodología estructurada para garantizar el mejor uso de la información disponible, y que tenga en cuenta el componente de incertidumbre en la selección de una alternativa que optimice el beneficio que podamos obtener de dicha decisión.

Esta metodología hace parte de lo que se conoce como teoría de la utilidad, y se enfoca en la identificación de la mejor decisión que pueda ser tomada, asumiendo que la persona que toma la decisión (el decisor) opera de forma racional.

TEORÍA DE DECISIÓN A UN PROBLEMA DE INCERTIDUMBRE

Para entender cómo se aplica la teoría de la decisión a un problema con incertidumbre, primero que todo identifiquemos los componentes de todo problema de análisis de decisión:

a) Factores controlables: son aquellos elementos en los cuales el decisor tiene el poder de alterar el curso de acción. Los posibles cursos de acción son las alternativas de decisión asociadas con dicho factor controlable. Algunos ejemplos de factores controlables son los siguientes:

- Ampliación de instalaciones en una bodega: las alternativas son ampliar o no ampliar.
- Nivel de operación de instalaciones de producción: dos posibles alternativas serían operar a baja capacidad u operar a mayor capacidad.



b) Factores no controlables: corresponden a los elementos del entorno sobre los cuales el decisor no tiene posibilidad de operar y que afectan las decisiones que se toman. Cada uno de los posibles resultados que presente un factor no controlable se conoce como un estado del sistema. Ejemplos de factores no controlables son:

- Costo de materias primas: son fijados por el mercado o los proveedores. Sus posibles estados serían costo alto o costo bajo.
- Tasas de cambio.
- Demandas de producto.

c) Escenarios: La combinación de una alternativa o conjunto de alternativas de decisión, con el efecto que sobre dicha alternativa tienen los estados del sistema, da lugar a los escenarios del problema de decisión.

ILUSTRACIÓN DE UN EJEMPLO SIMPLIFICADO

Suponga que usted va a lanzar un producto al mercado y tiene 2 alternativas relacionadas con el precio de lanzamiento:

Factor controlable: precio de venta. Alternativas asociadas:

- A_1 : Comercializar a un precio bajo promocional o
- A_2 : Comercializar a un precio normal.

Factor no controlable: comportamiento de la demanda frente al producto (está sujeto a incertidumbre sobre la aceptación del producto en el mercado). Estados del sistema:

- S_1 : Demanda baja.
- S_2 : Demanda alta.



Como resultado de la interacción de los estados del sistema y las alternativas a tomar, este problema de decisión tiene 4 posibles escenarios:

- 1) E_1 : Comercializar a un precio bajo y que la demanda sea alta.
- 2) E_2 : Comercializar a un precio bajo y que la demanda sea baja.
- 3) E_3 : Comercializar a un precio alto y que la demanda sea alta.
- 4) E_4 : Comercializar a un precio alto y que la demanda sea baja.

Adicionalmente, se requiere de información cuantitativa sobre las alternativas de decisión y sobre los posibles estados del sistema. Esta información o parámetros de entrada para el problema de decisión son:

- **Probabilidades asociadas con cada uno de los estados del sistema** en el interior de cada factor controlable. Por ejemplo, si la demanda de un producto puede ser alta o baja, se requiere determinar con qué probabilidad la demanda puede tomar el estado “demanda baja” y por complemento conocer también la probabilidad de que la demanda pueda ser baja.
- **Beneficio o costo** asociado con cada alternativa de decisión, en función de los estados del sistema. En nuestro ejemplo, se requiere conocer cuál será el ingreso

esperado para cada uno de los 4 escenarios planteados. Es decir, necesitamos calcular el ingreso obtenido por la empresa si el producto se lanza con determinado precio (alto o bajo), y la demanda es alta o baja.

SI LA DEMANDA DE UN PRODUCTO PUEDE SER ALTA O BAJA, SE REQUIERE DETERMINAR CON QUÉ PROBABILIDAD LA DEMANDA PUEDE TOMAR EL ESTADO “DEMANDA BAJA”.

En resumen, podemos enunciar los siguientes principios que operan para todo problema de decisión:

- 1) Existe un conjunto de alternativas de decisión A_1, A_2, \dots , asociadas a cada factor controlable por el decisor.
- 2) Existe un conjunto de estados del entorno S_1, S_2, \dots en el cual opera el decisor, y que afectan los resultados de cada alternativa de decisión.
- 3) Y existe un costo o beneficio asociado con cada combinación de alternativas y estados (con cada escenario posible) en el problema de decisión. (Págs. 1-4)

HERRAMIENTA CUANTITATIVA CON ÉNFASIS GRÁFICO

Esta herramienta permite representar apropiadamente la secuencia natural del proceso de decisión en un problema y consigna toda la información relevante para evaluar la decisión óptima en un entorno con incertidumbre.

La siguiente lectura es tomada, con fines didácticos, de Politécnico Grancolombiano. (2014). Árboles de decisión representación. En Curso Modelo de Toma de Decisiones. Págs. 1-6 [Consulta 22 julio, 2014].

Politécnico Grancolombiano en la segunda lectura explica,

ÁRBOLES DE DECISIÓN

Un árbol de decisión es un diagrama de decisiones secuenciales utilizado para representar gráficamente todos los posibles escenarios a los que se enfrenta el decisor, así como las probabilidades asociadas con los estados del sistema y el beneficio o costo esperado para cada alternativa de decisión.

Esta herramienta proporciona al decisor una visión global de los componentes del problema, de la secuencia como se toma cada decisión y ayuda a predecir los resultados de distintas decisiones conociendo cómo optimizar los resultados esperados.



A continuación, veremos cómo construir dichos diagramas con base en la información de un problema en particular.

Construcción del árbol de decisión

Tomemos el siguiente ejemplo sobre un caso de análisis de decisión con incertidumbre:

La empresa Electrónica Ltda tiene activos de \$150 000 (doláres) y necesita decidir el lanzamiento de un nuevo producto propuesto por el área de investigación y desarrollo de la compañía. Se cuenta con tres opciones que son:

- Promocionar su producto a nivel local para contratar un estudio de mercadeo sobre la aceptación local y decidir con sus resultados el lanzamiento del producto a nivel nacional.
- Lanzar el producto a escala nacional sin utilizar un estudio de mercadeo.
- Cancelar el lanzamiento del producto sin utilizar un estudio de mercadeo.

Sin un estudio de mercadeo, la empresa especula que su producto tiene la probabilidad de éxito a nivel nacional de un 60 % y una probabilidad de fracaso del 40 %. Los activos se incrementarán en \$ 600 000 en caso de éxito y se reducirán en \$ 220 000 en caso de fracaso.

Al contratar el estudio de mercadeo, la empresa tiene una probabilidad del 62 % de obtener buenos resultados a partir del estudio, los cuales se indican como éxito local y una probabilidad del 38 % de obtener malos resultados conocidos como fracaso local. En caso de obtener un éxito local, se pronosticará un 85 % de probabilidad de obtener un éxito nacional con el nuevo producto; con un fracaso local hay probabilidad del 10 % de obtener un éxito nacional. Si el estudio tiene un costo de \$ 35 000, ¿qué estrategia deberá adoptar la empresa, si esta es neutral al riesgo y quiere maximizar sus activos?

Para resolver este problema, vamos a seguir un procedimiento que se detalla paso a paso:

Paso 1: Identificar los componentes del problema: factores controlables y alternativas, junto con factores no controlables y estados del sistema.

FACTOR CONTROLABLE	ALTERNATIVAS DE DECISIÓN		
Contratación del estudio de mercadeo	Contratar	No contratar	
Lanzamiento del producto	Lanzar a nivel nacional	Lanzar a nivel local	No lanzar

FACTOR NO CONTROLABLE	ALTERNATIVAS DE DECISIÓN	
Resultado del lanzamiento local	Éxito local	Fracaso local
Resultado del lanzamiento nacional	Éxito nacional	Fracaso nacional

Paso 2: Representar gráficamente la secuencia natural del proceso de decisión, con los componentes controlables y no controlables en un árbol de decisión.

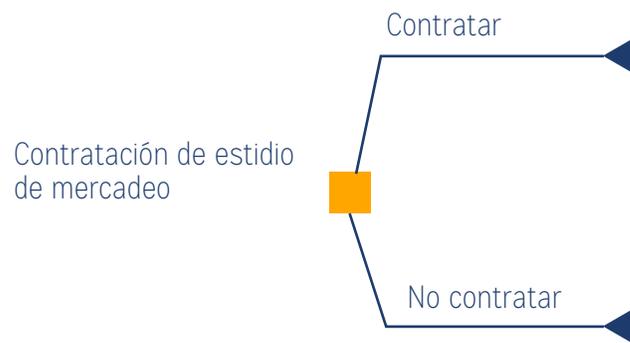
Al diseñar el árbol de decisión vamos a descomponer el problema en sus componentes más sencillos, empezando en el momento presente y proyectándonos en orden cronológico hacia futuros estados y decisiones. Al hacer esto, iríamos construyendo el árbol de izquierda a derecha.

Como lo primero que sucede en el problema es tomar la decisión de si contratar o no el estudio de mercadeo, empezamos creando un nodo de decisión, del cual saldrá un arco o ramificación por cada alternativa disponible.

Los nodos de decisión son de color amarillo y se representan con un cuadrado (■).



Como cada bifurcación representa el punto en el que se toma una decisión, el árbol iniciaría así:

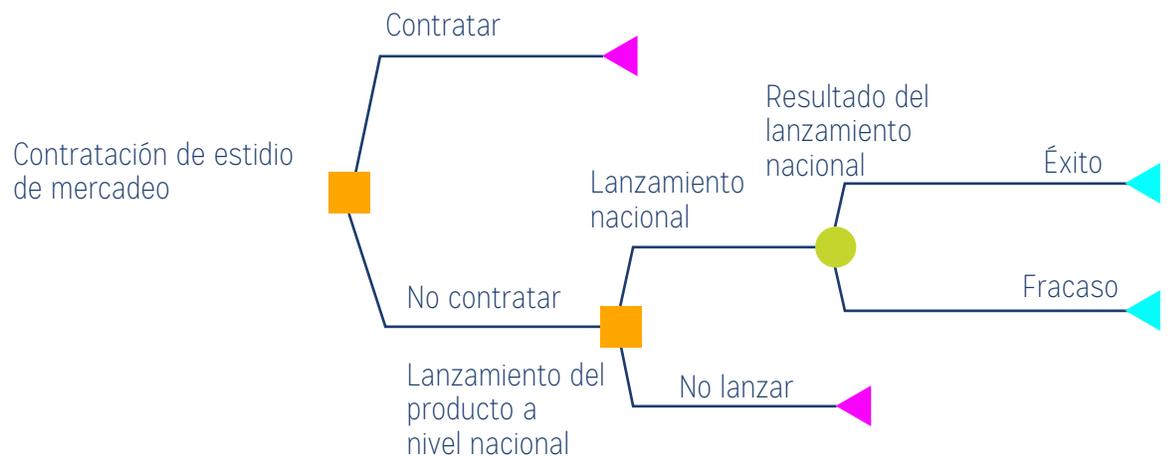


Construcción del árbol de decisión – parte 1

Ahora, un nodo probabilístico (o nodo de suceso) se utiliza cuando elementos externos al decisor (no controlables) operan de forma probabilística y le agregan incertidumbre al resultado de cada decisión. Esto sucede, por ejemplo, cuando no sabemos si el lanzamiento del producto se traducirá en un éxito o un fracaso.

Los nodos probabilísticos son de color verde y se representan con un círculo (●).

Cada bifurcación representa el punto en que un suceso altera el estado del sistema, por lo que el árbol continuaría de la siguiente forma:

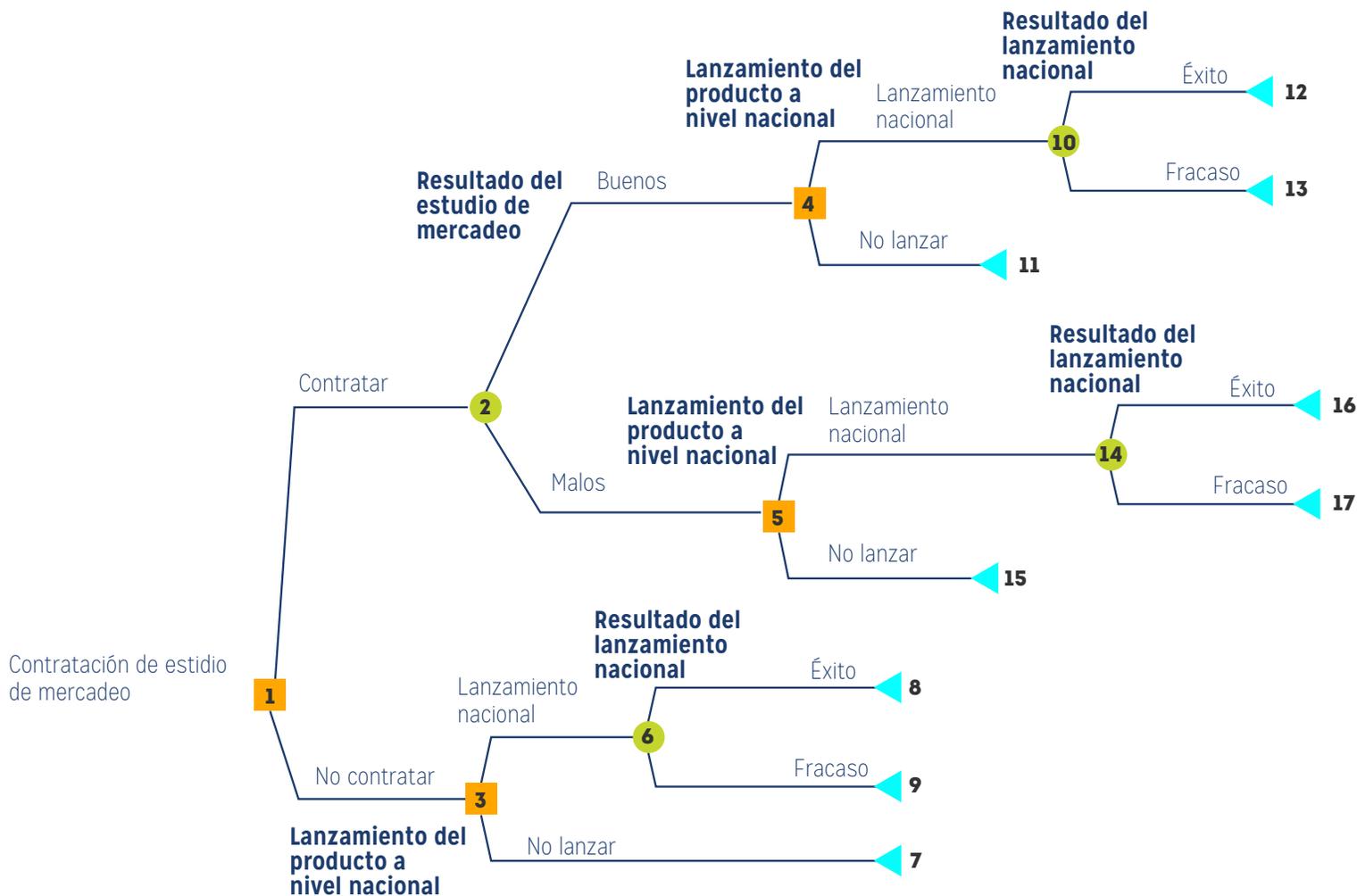


Construcción del árbol de decisión – parte 2

Las ramificaciones terminales del árbol corresponderían a la combinación de alternativas y estados, por lo que representan los escenarios del problema de decisión. Se suelen representar con un triángulo en color azul (◀).

Al combinar todas las alternativas y estados en un único diagrama, obtendríamos el resultado que aparece en la siguiente página. El árbol obtenido de esta manera nos permite entender mejor el proceso de decisión, así como enumerar los posibles escenarios a los que se enfrenta el decisor.

Tenemos en total 9 escenarios, 4 nodos de decisión, y 4 nodos probabilísticos, para un total de 17 nodos (se recomienda numerarlos para poderlos identificar con mayor facilidad).



Construcción del árbol de decisión – Resultado final

Describiremos cómo evaluar la política óptima de decisión, con base en el criterio de valor esperado de la utilidad.



Paso 3: incorporar la información relacionada con cada uno de los arcos del árbol de decisión de la siguiente forma:

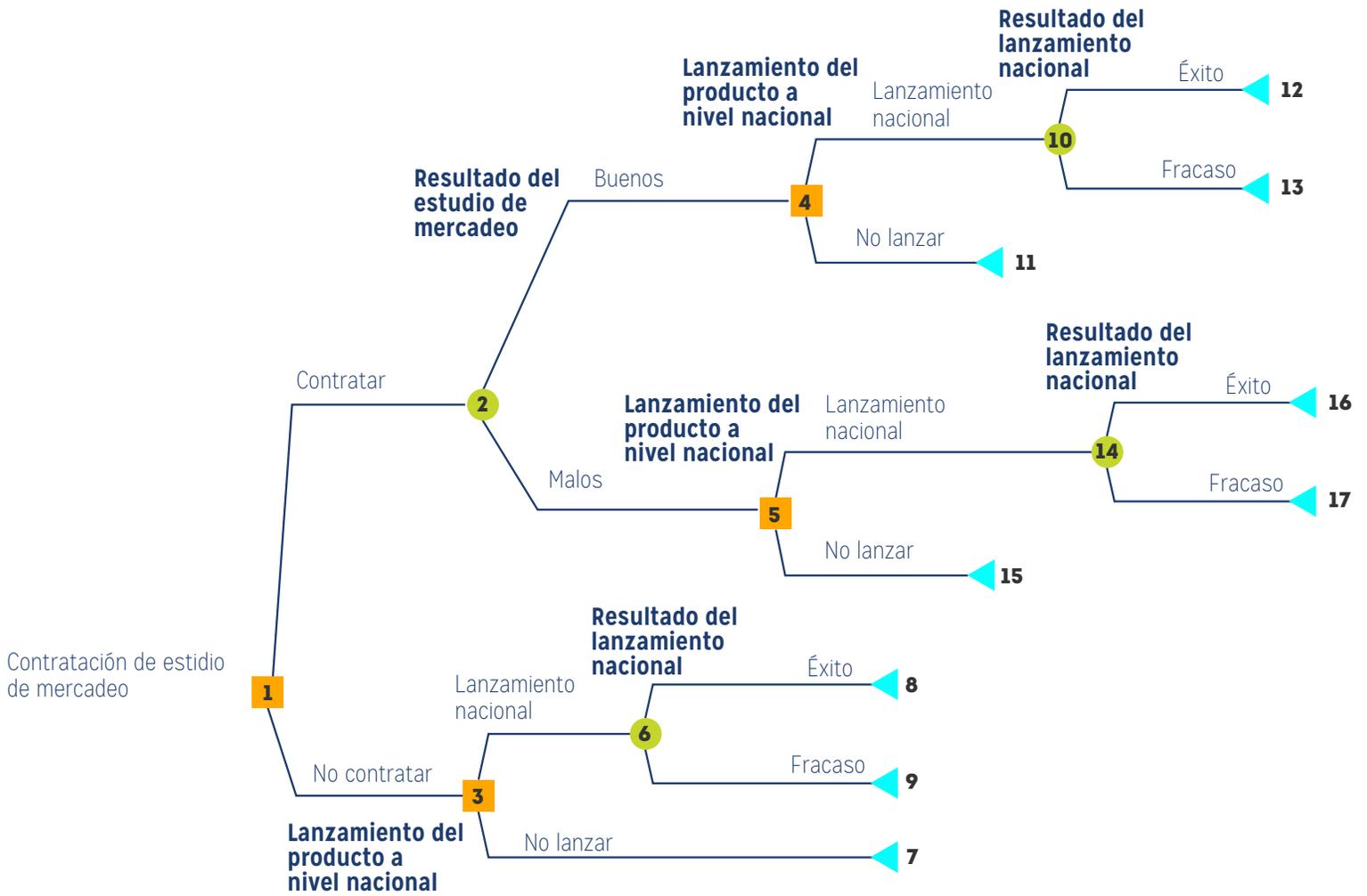
- 1) Si tenemos un arco que proviene de un nodo de decisión, suele tener asociado un beneficio o un costo esperado.
- 2) Si tenemos un arco que proviene de un nodo probabilístico, este tiene asociada una probabilidad de ocurrencia.

Note que cada arco tiene asociado el mismo número del nodo al cual desemboca (todo arco pertenece al nodo al cual desemboca).

A continuación se hace el listado de todos los nodos que conforman el problema.

<i>NODE/EVENT NUMBER</i>	<i>NODE NAME OR DESCRIPTION</i>	<i>NODE TYPE</i>	<i>IMMEDIATE FOLLOWING</i>	<i>NODE PAYOFF (+PROFIT,-COST)</i>	<i>PROBABILITY (IF AVIABLE)</i>
1	Contratación mercadeo	D	2,3		
2	Contratar estudio	C	4,5	-35	
3	No contratar estudio	D	6,7	0	0
4	Resultados buenos estudio	D	10,11	0	.62
5	Resultados malos estudio	D	14,15	0	.38
6	Lanzar sin estudio	C	8,9	0	
7	No lanzar sin estudio			0	
8	Éxito al lanzar sin estudio			600	.60
9	Fracaso al lanzar sin estudio			-220	.40
10	Lanzar si resultados buenos	C	12,13	0	
11	No lanzar si resultados buenos			0	
12	Éxito al lanzar si resultados buenos			600	.85
13	Fracaso al lanzar si resultados buenos			-220	.15
14	Lanzar si resultados malos	C	16,17		
15	No lanzar si resultados malos				
16	Éxito al lanzar si resultados malos			600	.10
17	Fracaso al lanzar si resultados malos			-220	.90





Esta tabla contiene la siguiente información:

SI SE ESTÁ EN UN NODO DE DECISIÓN, SELECCIONAR EL ARCO QUE OFRECE EL MAYOR BENEFICIO Y DESCARTAR LOS DEMÁS ARCOS.

Nombre o descripción del nodo,

Tipo de nodo: C si es un nodo de probabilidad (Chance), o D si es un nodo de decisión.

Número de los arcos que salen de dicho nodo.

Beneficio o pago (payoff) del arco asociado a ese nodo.

Probabilidad del arco asociado a ese nodo.

Esta información también se puede agregar a cada arco del árbol de decisión. Finalmente, evaluamos el árbol de derecha a izquierda en un proceso que se conoce como repliegue del árbol.

Paso 4: Evaluar el árbol de derecha a izquierda de acuerdo con las siguientes reglas:

- 1) Si estamos en un nodo de probabilidad:** ponderar el beneficio de cada arco que sale de dicho nodo, con base en sus probabilidades asociadas.
- 2) Si estamos en un nodo de decisión:** seleccionar el arco que ofrece el mayor beneficio y descartar los demás arcos. El beneficio de dicho arco pasa a ser el valor asignado a dicho nodo.
- 3) Si estamos en un nodo terminal,** no hacer nada.



Se recomienda revisar todos los nodos, empezando por el de mayor número. El procedimiento entonces sería:

- o **Nodo 17:** No hacer nada. Es un nodo terminal con $\text{Beneficio}_{17} = -220$.
- o **Nodo 16:** No hacer nada. Es un nodo terminal con $\text{Beneficio}_{16} = -600$.
- o **Nodo 15:** No hacer nada. Es un nodo terminal con $\text{Beneficio}_{15} = 0$.
- o **Nodo 14:** Es un nodo de probabilidad. Ponderamos los beneficios de los nodos 16 y 17:
$$\text{Beneficio}_{14} = (0.10)(600) + (0.90)(-220) = 60 - 198 = -138$$
- o **Nodo 13:** No hacer nada. Es un nodo terminal con $\text{Beneficio}_{13} = -220$.
- o **Nodo 12:** No hacer nada. Es un nodo terminal con $\text{Beneficio}_{12} = 600$.
- o **Nodo 11:** No hacer nada. Es un nodo terminal con $\text{Beneficio}_{11} = 0$.
- o **Nodo 10:** Es un nodo de probabilidad. Ponderamos los beneficios de los nodos 12 y 13:

NODE/EVENT NUMBER	NODE NAME OR DESCRIPTION	TYPE	EXPECTED VALUE	DECISIÓN
1	Contratación mercadeo	<i>Decision node</i>	\$272	No contratar estudio
2	Contratar estudio	<i>Chance node</i>	\$295.74	
3	No contratar estudio	<i>Decision node</i>	\$272	Lanzar sin estudio
4	Resultados buenos estudio	<i>Decision node</i>	\$477	Lanzar si resultados buenos
5	Resultados malos estudio	<i>Decision node</i>	0	No lanzar si resultados malos
6	Lanzar sin estudio	<i>Chance node</i>	\$272	
7	No lanzar sin estudio	<i>End node</i>	0	
8	Éxito al lanzar sin estudio	<i>End node</i>	\$600	
9	Fracaso al lanzar sin estudio	<i>End node</i>	(\$220)	
10	Lanzar si resultados buenos	<i>Chance node</i>	\$477	
11	No lanzar si resultados buenos	<i>End node</i>	0	
12	Éxito al lanzar si resultados buenos	<i>End node</i>	\$600	
13	Fracaso al lanzar si resultados buenos	<i>End node</i>	(\$220)	
14	Lanzar si resultados malos	<i>Chance node</i>	(\$138)	
15	No lanzar si resultados malos	<i>End node</i>	0	
16	Éxito al lanzar si resultados malo	<i>End node</i>	\$600	
17	Fracaso al lanzar si resultados malos	<i>End node</i>	(\$220)	
Overall		Expected	Value	\$272

$$\text{Beneficio}_{10} = (0.85) (600) + (0.15) (-220) = 510 - 33 = 477$$

De la misma forma, vamos evaluando los nodos 9 a 5 hasta llegar al nodo de decisión número 4:

Nodo 4: es un nodo de decisión. Seleccionamos el mayor beneficio entre los nodos 10 y 11.



$\text{Beneficio}_4 = \text{máximo} (\text{Beneficio}_{10}, \text{Beneficio}_{11}) = 477.$

Seleccionamos la decisión asociada con el nodo 10: "Si los resultados del estudio de mercado son buenos, lanzar el producto a nivel nacional".

En la siguiente tabla se resumen los resultados de este proceso:

Evaluación del árbol de decisión

Entonces, el valor esperado para este proyecto es de \$ 272 000, y se obtiene con la siguiente política de decisión óptima:

No contratar el estudio y lanzar el producto a nivel nacional

Al usar esta política, el decisor se enfrenta únicamente a 2 escenarios, representados por los nodos 8 y 9.

Paso 5: Evaluar el riesgo de la política óptima, a partir de los escenarios que la componen.

En esta última etapa se enumeran los escenarios factibles de acuerdo con la política óptima, para evidenciar a qué situaciones se expondrá el decisor al usar dicha política. Recordemos que siempre habrá un componente aleatorio en la mejor decisión seleccionada, el cual no se puede eliminar por la naturaleza del problema.

Para nuestro ejemplo, los 2 escenarios posibles son:

Con probabilidad del 60 %, ganar \$ 600 000, o

Con probabilidad del 40 %, perder \$ 220 000.

El beneficio promedio de esta política óptima es entonces,

$\text{Beneficio}^* = (0.60) (600000) + (0.40) (-220000) = 360000 - 88000 = 272 000.$

Les recomendamos que revisen los contenidos multimedia y realicen los ejercicios propuestos para perfeccionar sus conocimientos en la representación y evaluación de árboles de decisión. (págs. 1-6)



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Politécnico Grancolombiano. Introducción al análisis de decisión [Repositorio Digital]. Bogotá, Colombia: Library Red Ilumno. [fecha de publicación: 12 febrero 2014]. [fecha de consulta: 22 julio 2014]. Base de datos disponible en Library Red Ilumno.

Arboles de decisión representación. [Repositorio Digital]. Bogotá, Colombia: Library Red Ilumno. [fecha de publicación: 12 febrero 2014]. [fecha de consulta: 22 julio 2014]. Base de datos disponible en Library Red Ilumno.



The logo consists of the word "ILUMNO" in a bold, white, sans-serif font. The letter "O" is replaced by a white circle with a small gap at the top, giving it a modern, circular appearance. The text is centered within a solid orange rectangular background.

ILUMNO