

Diagrama de Árbol

1. ¿QUÉ ES?

Es una representación gráfica en forma de árbol que se utiliza para mostrar la resolución de un problema de decisión.

La utilidad del árbol de decisión es variada y puede aplicarse a problemas de Marketing, Ingeniería, Economía, etc. El método de resolución del mismo dependerá del área concreta en la que se esté aplicando el árbol de decisión.

2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- *Definición:* Permite la definición exacta de las alternativas de solución de un problema, así como los grados de certidumbre en los que se enmarca cada una de las citadas alternativas.
- *Valoración:* Posibilita la valoración numérica en términos de probabilidad en cada una de las opciones, ofreciendo criterios objetivos para poder valorar los diferentes costes de oportunidad.
- *Sintetiza:* El hecho de utilizar una simbología gráfica sencilla facilita la capacidad de síntesis de problemas *a priori* complicados.

3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS

- *Símbolo:* Representación gráfica un estado de situación entre variables.
- *Variable o situación:* Concepto a relacionar dentro del análisis mediante árboles de decisión.
- *Coste de oportunidad:* Coste que representa los beneficios a los que hay que renunciar como consecuencia de adoptar una determinada decisión.
- *Decisor:* Sujeto encargado de tomar la decisión.
- *Nudo decisional:* El decisor controla las diferentes alternativas o estrategias. El nudo decisional se representa con un cuadrado.
- *Nudo aleatorio o de azar:* El decisor no controla las diferentes situaciones existentes. Se representa con un círculo.
- *Probabilidad:* Verosimilitud o apariencia fundada de la verdad. En términos matemáticos, la probabilidad de un acontecimiento cierto es igual a 1; la de un acontecimiento imposible es 0. Es la relación entre casos posibles y casos favorables. Su determinación se puede fundamentar en cálculos de ingeniería, estudios de mercado, juegos de azar, etc.
- *Flujo de caja (Q_t):* Para un período t es la diferencia entre los cobros generados por el producto en ese año C_t y los pagos que en ese período requiere P_t .

$$Q_t = C_t - P_t$$

- *Tipo de descuento (i):* Es el tanto por uno (0,10 en el caso que se aporta como ejemplo) el valor actual del flujo generado por el producto en el año t será:

$$Q_t / (1 + i)^t$$

5.2. Paso 2: Establecer los grados de certidumbre

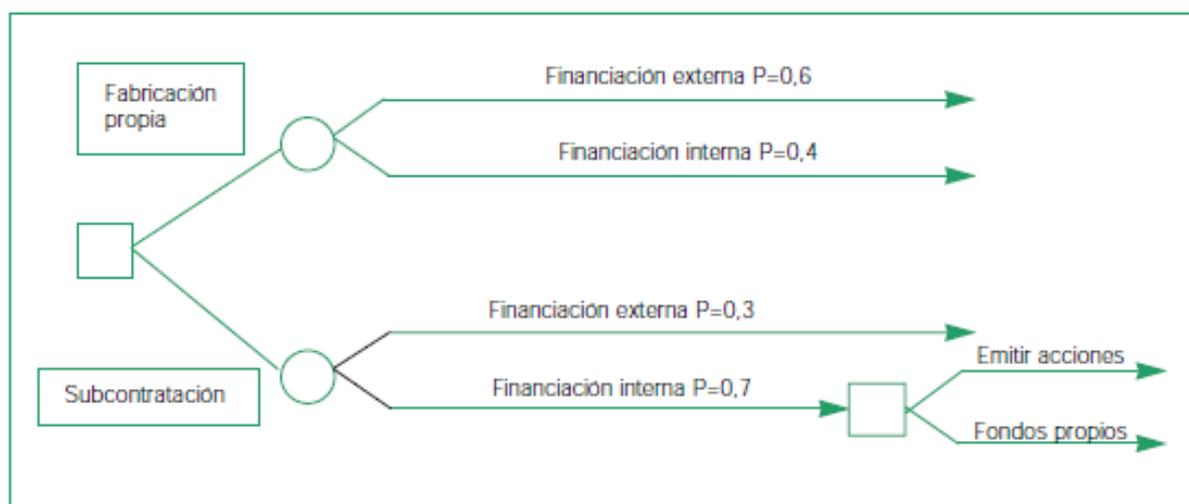
Definir cada una de las alternativas y situaciones con relación al grado de certidumbre, de manera que se puedan asignar los nudos decisionales y los nudos aleatorios o de azar.

Cada una de las decisiones deberá tener la probabilidad de ocurrencia valorada.

5.3. Paso 3: Graficar el árbol de decisión

A continuación se ilustra en la Figura 1 un ejemplo de árbol de decisión:

FIGURA 1



5.4. Paso 4: Valorar las probabilidades de ocurrencia y la repercusión en el proyecto

Se deberán revisar todas y cada una de las intersecciones para salvaguardar la coherencia de las mismas sin que entre en contradicción con el objetivo del propio estudio y se procederá a la valoración de la repercusión sobre el proyecto.

5.5. Paso 5: Conclusiones

El último punto serán las conclusiones, contemplando los costes de oportunidad de cada una de las situaciones.

6. EJEMPLO DE APLICACIÓN

Una empresa de ingeniería que se dedica a la fabricación de procesos industriales está desarrollando un estudio para un constructor de vehículos en el que se barajan dos alternativas de proceso industrial, que son las siguientes:

- Lanzar un proceso del tipo A, poco automatizado, intensivo en mano de obra, el cual requiere una inversión de 1.000 unidades monetarias (u.m.), con una capacidad productiva de 50.000 unidades al año, con un flujo neto de caja por unidad vendida de 15.000 u.m.
- Lanzar un proceso del tipo B, intensivo en tecnología, que requiere una inversión de 1.500 millones de u.m., con una capacidad productiva de 100.000 unidades al año siendo el flujo neto de caja por unidad vendida, de 20.000 u.m.

Tras los diferentes estudios realizados por el constructor de vehículos la proyección de ventas para el primer año puede ser alta (100.000 unidades cada año) con una probabilidad del 70%, y baja (40.000 unidades cada año) con una probabilidad del 30%. El segundo año se considera que la demanda se mantendrá al mismo nivel que el año anterior con una probabilidad del 80%. Se estima un coste variable adicional de 5.000 u.m. por cada unidad en que la capacidad de producción excede a las ventas anuales.

Al final del año si la empresa lanza el proceso tipo A puede modificar las instalaciones y pasar a producir el modelo tipo B pero con una inversión adicional de 750 millones de u.m.

Se desea aplicar la decisión óptima utilizando el criterio de valor actual neto (V.A.N) para un tipo de descuento del 10%, suponiendo que coinciden ingresos y cobros, así como costes y pagos.

■ Resolución

PASO 1: DEFINIR LAS ALTERNATIVAS A RELACIONAR PARA LA RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA

Tal y como se indica en el enunciado, las alternativas de solución son el proceso de tipo A y el proceso de tipo B, aunque hay que considerar estas alternativas en la perspectiva temporal, es decir, en un plazo de un año y en un plazo de dos años, además de la alternativa de evolucionar el proceso A al proceso B en el primer año, si las perspectivas de demanda de vehículos lo permiten.

PASO 2: ESTABLECER LOS GRADOS DE CERTIDUMBRE

Existe un grado de certidumbre en los estudios sobre las ventas de coches para el primer año del 70% en el escenario de ventas optimista, 100.000 unidades al año, y un grado de certidumbre del 30% en el sentido pesimista, es decir, 40.000 unidades.

En el segundo año se prevén unas cifras de ventas similares a las del primer año, pero el grado de certidumbre varía al 80% para el escenario optimista, y al 20% para el escenario pesimista.

PASO 3: GRAFICAR EL ÁRBOL DE DECISIÓN

El gráfico de las condiciones de vistas en los pasos 1 y 2 se pueden ver en la figura 2.

PASO 4: VALORAR LAS PROBABILIDADES DE OCURRENCIA Y LA REPERCUSIÓN EN EL PROYECTO

Los valores actuales netos de los distintos caminos en las distintas intersecciones se calculan del siguiente modo:

$$VAN_{II} = -1.000.000.000 + (15.000 \times 50.000) / 1,1 + (15.000 \times 50.000) / 1,1^2 = 301.652.893 \text{ u.m.}$$

$$VAN_{IV} = -1.000.000.000 + (15.000 \times 50.000) / 1,1 + (15.000 \times 40.000 - 5.000 \times 10.000) / 1,1^2 = 136.363.636 \text{ u.m.}$$

En este segundo camino, el segundo año la demanda es baja, por lo que sólo se venden 40.000 vehículos y existe un coste adicional de 5.000 u.m. por cada unidad en que la capacidad de producción (50.000 unidades) excede a esas ventas.

$$VAN_{III} = -1.000.000.000 + (15.000 \times 50.000) / 1,1 - 750.000.000 / 1,1 + (20.000 \times 100.000) / 1,1^2 = 652.829.562 \text{ u.m.}$$

En el camino III, al final del primer año la empresa modifica sus instalaciones abonando 750 millones de u.m., con lo que pasa a poder producir 100.000 unidades a 20.000 u.m. de flujo, cada una; unidades que se producen y venden al ser alta la demanda del segundo año.

$$VAN_{VI} = -1.000.000.000 + (15.000 \times 50.000) / 1,1 - 750.000.000 / 1,1 + (20.000 \times 40.000 - 5.000 \times 60.000) / 1,1^2 = 586.776.860 \text{ u.m.}$$

$$VAN_{V} = -1.000.000.000 + (15.000 \times 40.000 - 5.000 \times 10.000) / 1,1 + (15.000 \times 50.000) / 1,1^2 = 119.834.711 \text{ u.m.}$$

$$VAN_{VII} = -1.000.000.000 + (15.000 \times 40.000 - 5.000 \times 1.000) / 1,1 + (15.000 \times 40.000 - 5.000 \times 10.000) / 1,1^2 = -45.454.545 \text{ u.m.}$$

$$VAN_{VIII} = -1.000.000.000 + (15.000 \times 40.000 - 5.000 \times 10.000) / 1,1 - 750.000.000 / 1,1 + (20.000 \times 100.000) / 1,1^2 = 28.925.620 \text{ u.m.}$$

$$VAN_{IX} = -1.000.000.000 + (15.000 \times 40.000 - 5.000 \times 10.000) / 1,1 - 750.000.000 / 1,1 + (20.000 \times 40.000 - 5.000 \times 60.000) / 1,1^2 = 768.595.042 \text{ u.m.}$$

$$VAN_{X} = -1.500.000.000 + (20.000 \times 100.000) / 1,1 + (20.000 \times 100.000) / 1,1^2 = 1.971.074.380 \text{ u.m.}$$

$$VAN_{XI} = -1.500.000.000 + (20.000 \times 100.000) / 1,1 + (20.000 \times 40.000 - 5.000 \times 60.000) / 1,1^2 = 731.404.959 \text{ u.m.}$$

$$VAN_{XII} = -1.500.000.000 + (20.000 \times 40.000 - 5.000 \times 60.000) / 1,1 + (20.000 \times 100.000) / 1,1^2 = 607.438.017 \text{ u.m.}$$

$$VAN_{XIII} = -1.500.000.000 + (20.000 \times 40.000 - 5.000 \times 60.000) / 1,1 + (20.000 \times 40.000 - 5.000 \times 60.000) / 1,1^2 = -632.231.405 \text{ u.m.}$$

PASO 5: CONCLUSIONES

Los valores actuales esperados de los nudos aleatorios y decisionales se calculan multiplicando los valores calculados anteriormente por las probabilidades de ocurrencia de cada uno de los acontecimientos. Siguiendo este criterio la decisión óptima es lanzar el modelo de proceso tipo B, con lo que se consigue un valor actual neto esperado de 1.090.909.090 u.m., superior que si se lanza el proceso tipo A con un valor actual neto de 469.669.422 u.m.

Fuente: "Herramientas para la Calidad", Asociación Española para la Calidad
Primera Edición 2002.