

El PERT: un método eficaz para la planificación de actividades

Breve descripción de la Técnica Pert.

Dr. Xavier M. Triadó.
Profesor Titular d'Economia i Organització d'Empreses.
UNIVERSITAT DE BARCELONA

El PERT: un método eficaz para la planificación de actividades *

El método denominado PERT "Program Evaluation and Review Technique" puede ser catalogado como un método cuantitativo de planificación. Sencillo, pero completo, conduce a la correcta toma de decisiones por parte de los directivos de la empresa.

Nació a finales de 1957, como resultado de un encargo de la oficina de proyectos especiales de la armada estadounidense a la división de sistemas de Lockheed y a la empresa de consultoría Booz Allen & Hamilton. El resultado fue el método PERT, cuya primera aplicación se enmarcó dentro del proyecto Polaris del ejército americano.

El PERT actúa como una herramienta para definir y coordinar lo que hay que hacer para llevar a cabo, con éxito y a tiempo, de los objetivos de un proyecto. Su campo de aplicación es tan amplio como el número de actividades susceptibles de planificación. El PERT es un instrumento que ayuda a tomar decisiones, pero no las toma; sólo aporta información para tomarlas. Es por ello muy interesante conocer esta técnica y de ser capaz de utilizar su información, y con este fin hemos redactado este documento.

A continuación presentamos los conceptos básicos para poder desarrollar el método PERT. Es de capital importancia que cada uno de ellos quede claramente definido y entendido para el lector. Sobre esta base se construirá la metodología que vamos a presentar.

- **Acontecimiento:** es el comienzo a término de un trabajo.

No es la ejecución real de un trabajo. P.Ej. escribir un informe no es un acontecimiento, en cambio comenzar o terminar un informe sí es un acontecimiento.

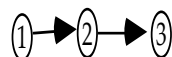
Todo acontecimiento viene caracterizado por:

- Debe representar un punto significativo del proyecto
- Es el comienzo o el término de una tarea
- No consume tiempo ni recursos

* Nota preparada por el Dr. Xavier Ma. Triadó i Ivern como complemento de las explicaciones realizadas en las sesiones teóricas. La reproducción total o parcial del texto queda subordinada al permiso escrito del autor.

© Universitat de Barcelona. Facultat de C. Econòmiques i Empresariales. Enero 1994.

Los acontecimientos deben tener lugar de una manera lógica. Los representaremos por su número de identificación como sigue, donde las flechas indican el sentido de la red PERT:



- **Actividad:** Es la ejecución real de una tarea. recordamos que un acontecimiento sólo era el comienzo o final de una tarea, no su ejecución. Lo representaremos por un flecha

Las actividades sí que consumen tiempo, por tanto requieren mano de obra, material, instalaciones, ...etc. Es decir, las actividades precisan dotarse de recursos para poder ser realizadas.

Cada actividad reside entre dos acontecimientos. Al primero le denominaremos **acontecimiento antecedente** y al segundo **precedente**. Siempre la relación deberá ser directa, sin acontecimientos intermedios. Al primer acontecimiento de una red PERT le denominaremos **iniciador**, y al último **finalizador**.

Una red PERT no tiene una única solución, dependerá de las prioridades que el directivo asigne a cada uno de los acontecimientos que intervienen.

Para la asignación de tiempos se hace una triple distinción:

- **Tiempo optimista:** Mínimo periodo de tiempo posible que es necesario para realizar una actividad.
- **Tiempo más probable:** Es la mejor estimación de tiempo necesario para realizar una actividad.
- **Tiempo Pesimista:** Máximo tiempo que se tardaría en realizar una actividad.

Las estimaciones son sobre las actividades, no sobre los acontecimientos. Con estas estimaciones podemos determinar un tiempo medio -que simbolizaremos como T_e - y que recogerá el valor promedio de las tres estimaciones con una ponderación determinada. Es decir, si ocurriera muchas veces cabría esperar que T_e tomara un valor tal como:

$$T_e = \frac{\text{Optimista} + 4\text{Probable} + \text{Pesimista}}{6}$$

Cada triplete de números (optimista, más probable y pesimista) tiene una incertidumbre asociada a su distribución que puede actuar más -o menos- en función de como incidan diversas circunstancias. Esta incertidumbre viene reflejada por la varianza (σ^2). Cuanto mayor sea la varianza de una actividad mayor será la incertidumbre para cumplir los plazos establecidos.

Su formulación es la siguiente:

$$\sigma^2 = \left[\frac{\text{Pesimista} - \text{Optimista}}{6} \right]^2$$

Es importante recordar que un acontecimiento no se considerará finalizado si todas las actividades que conducen a él no han sido terminadas.

Por ejemplo, en un la red PERT de siete acontecimientos (gráfico 1) podemos, con los conceptos presentados hasta el momento, determinar Te y σ^2 :

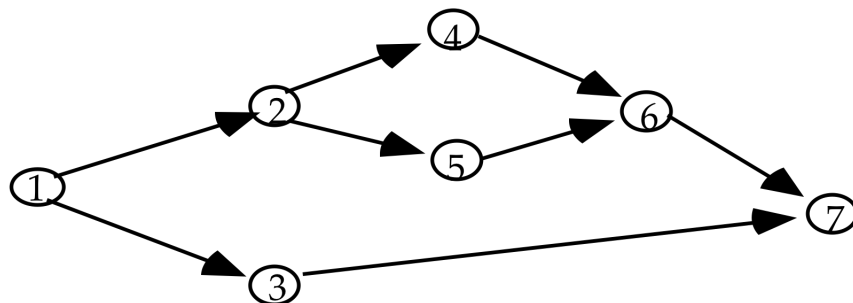


Gráfico 1

Predecesor	Sucesor	Optimista	Probable	Pesimista	Te	σ^2
1	2	4	6	7	5,8	0,25
1	3	6	7	8	7,5	0,11
2	4	2	2	2	2,0	-
2	5	2	4	5	3,8	0,25
4	6	10	12	15	12,2	0,69
5	6	5	6	7	6,0	0,11
6	7	2	3	5	3,2	0,25
3	7	11	12	13	12,0	0,11

Representando los valores en una red PERT:

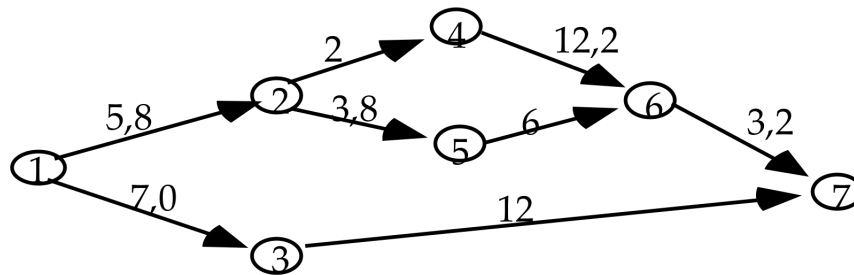


Gráfico 2

Tiempo early (T_E) de un acontecimiento representa el tiempo más breve en el que puede llevarse a cabo un acontecimiento. Viene representado por el camino de mayor consumo de tiempo.

Dónde: $T_E = \sum_{i=1}^n T_e$

Si calculamos los tiempos early de cada acontecimiento obtendremos:

Acontecimiento	TE	Te acumulados
1	0	0
2	5,8	0+5,8
3	7,0	0+7,0
4	7,8	0+5,8+2
5	9,6	0+5,8+3,8
6	20,0	0+5,8+2+12,2
7	23,2	0+5,8+2+12,2+3,2

Pudiendo representar un grafo de tiempos early como el siguiente:

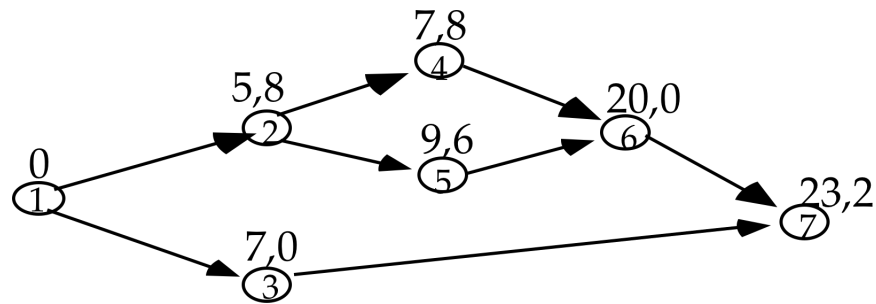


Gráfico 3

El siguiente paso es determinar los tiempos máximos permitidos para lograr cada acontecimiento, que denominaremos **tiempo last** (T_L). Los calcularemos siguiendo el sentido contrario de la red PERT, es decir:

- Empezaremos por el último acontecimiento y terminaremos por el primero.
- Para calcular el T_L de un acontecimiento se resta el valor T_e del valor T_L del acontecimiento sucesor.
- Si se obtiene más de un valor T_L se elige el mínimo valor.

En nuestro ejemplo obtendríamos los siguientes valores:

Acontecimiento	T_L	T_e acumulados
7	23,2	23,2
6	20,0	23,2-3,2
5	14,0	23,2-3,2-6
4	7,8	23,2-3,2-12,2
3	11,2	23,2-12
2	5,8	23,2-3,2-12,2-2
1	0	23,2-3,2-12,2-2-5,8

Representando los tiempos early y last en un mismo grafo tenemos:

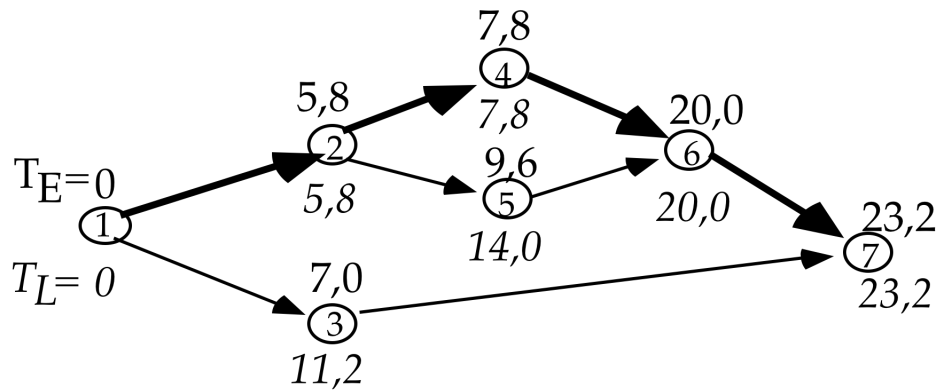


Gráfico 4

A la diferencia entre los tiempos last y early de cada acontecimiento le denominamos **holgura**. La existencia de holguras puede indicar posible exceso de recursos, que un buen planificador debe minimizar. El conjunto de acontecimientos que minimizan las holguras forman un camino crítico, por el que puede recorrerse el proyecto. En el gráfico 4 se ha marcado con una línea de flechas más gruesa.

El **camino crítico** es aquel camino con una holgura mínima.

- El camino crítico es el que requiere el máximo tiempo para llegar al final del proyecto.
- Un retraso en el camino crítico equivale a un retraso en el acontecimiento final.

El PERT no sólo ordena y prioriza las actividades de un proyecto, sino que también tiene en cuenta la incertidumbre en los plazos de realización. Para hallar la probabilidad de que un acontecimiento se cumpla en la fecha prevista debemos estudiar su distribución estadística. Se comporta según una función normal de distribución (ver anexo), y la podemos formular su estadístico como:

$$Z = \frac{T_S - T_E}{\sqrt{\sigma_E^2}} \quad \text{donde} \quad \sigma_E^2 = \sum_{i=1}^n \sigma_{T_{E_i}}^2$$

Entendemos como T_S el tiempo en el que pretendemos llegar a un acontecimiento determinado.

Cuando el estadístico Z tiene un valor igual a 0, la probabilidad de cumplir los plazos es del 50%; cuando $Z > 0$, la probabilidad de cumplir los plazos es superior al 50%; y cuando $Z < 0$, la probabilidad de cumplir los plazos es menor del 50%.

En el mismo ejemplo que estamos siguiendo hasta el momento ¿cual sería la probabilidad de terminar en 19 días el acontecimiento 6?

Hemos determinado el tiempo objetivo en 19 días ($T_s = 19$). En los cálculos hechos anteriormente se le otorgó un tiempo early al acontecimiento 6 igual a 20 días ($T_E = 20$). Para calcular la probabilidad de llegar el día 19 debemos calcular el estadístico z, donde:

$$z = \frac{19-20}{\sqrt{0,94}} = -1,029 \text{ donde } \sigma^2 = 0,25 + 0 + 0,69 = 0,944$$

Contrastando el resultado del estadístico Z en la tabla que recoge los valores de la función estándar de la distribución normal (ver tabla final) encontramos que el valor de $Z = -1,029$ equivale a una probabilidad cercana al 0,1400. Es decir, la probabilidad de terminar, en 19 días el acontecimiento 6, es aproximadamente el 14,00 %.

Lo mismo puede hacerse con cada uno de los acontecimientos de la red que en cada proyecto podamos construir.

Un **criterio** generalmente aceptado es:

Si la probabilidad es inferior al 25% la aceptación del plazo temporal fijado supone mucho riesgo, una probabilidad del 50% significa que es fácil terminar en la fecha programada y, por último, probabilidades superiores al 60% muestran la utilización de excesivos recursos en esa fase del proyecto.

Tabla de valores de la función estándar de distribución normal

z	o	z	o
0,0	0,5000	-3,0	0,0013
0,1	0,5398	-2,9	0,0019
0,2	0,5793	-2,8	0,0026
0,3	0,6179	-2,7	0,0035
0,4	0,6554	-2,6	0,0047
0,5	0,6915	-2,5	0,0062
0,6	0,7257	-2,4	0,0082
0,7	0,7580	-2,3	0,0107
0,8	0,7881	-2,2	0,0139
0,9	0,8159	-2,1	0,0179
1,0	0,8413	-2,0	0,0228
1,1	0,8643	-1,9	0,0287
1,2	0,8849	-1,8	0,0359
1,3	0,9032	-1,7	0,0446
1,4	0,9192	-1,6	0,0548
1,5	0,9332	-1,5	0,0668
1,6	0,9452	-1,4	0,0808
1,7	0,9554	-1,3	0,0968
1,8	0,9641	-1,2	0,1151
1,9	0,9713	-1,1	0,1357
2,0	0,9772	-1,0	0,1587
2,1	0,9821	-0,9	0,1841
2,2	0,9861	-0,8	0,2119
2,3	0,9893	-0,7	0,2420
2,4	0,9918	-0,6	0,2743
2,5	0,9938	-0,5	0,3085
2,6	0,9953	-0,4	0,3446
2,7	0,9965	-0,3	0,3821
2,8	0,9974	-0,2	0,4207
2,9	0,9981	-0,1	0,4602
3,0	0,9987	-0,0	0,5000